

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.03.01 «Геология»
Отделение геологии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Геохимия элементов-примесей в углях Сахалинского бассейна

УДК 553.94:550.4(571.64)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Соснина Наталья Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д. Г.-М. Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Пожарницкая О.В.	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			1.03.2018

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д. Г.-М. Н., профессор		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 020700 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии__

УТВЕРЖДАЮ:

Арбузов С.И.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Л41	Сосниной Наталье Александровне

Тема работы:

Геохимия элементов-примесей в углях Сахалинского бассейна

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Работа посвящена изучению ценных и токсичных элементов-примесей в углях острова Сахалин. Имеется коллекция проб из угольных месторождений (Лопатинское, Солнцевское, Константиновское, Новиковское), результаты анализа углей и углевмещающих пород методом ИСП-МС

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Провести анализ геохимической изученности углей острова Сахалин. Обработать данные ИСП-МС и оценить геохимическую специализацию углей Сахалина. Провести исследование углей региона на содержание ртути на анализаторе РА-915+. Оценить потенциальную металлоносность углей Сахалина. Оценить качество углей с точки зрения их экологической безопасности.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Геологическая карта острова Сахалин
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Пожарницкая Ольга Вячеславовна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Введение	
2. Основные черты геологического строения угольных месторождений Сахалина	
3. Методика исследований	
4. Геохимия элементов-примесей в углях	
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
6. Социальная ответственность	
7. Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Соснина Наталья Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
Л41	Сосниной Наталье Александровне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.01 Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Сметная стоимость камеральных и полевых работ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92, СНОР-93
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% страховые взносы; 18% НДС; 0,4 профессиональные риски.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет стоимости ОЗП, амортизации материалов
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление плана исследований по анализу геохимии углей
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Обоснование необходимости изучения геохимии углей

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	к. э. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Соснина Наталья Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Л41	Сосниной Наталье Александровне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.01 Геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места.	<p><i>Месторождение Константиновское и Солнцевское расположены в центральной части о.Сахалин, Лопатинское и Новиковское – в южной части.</i></p> <p><i>Проведенная работа состояла из анализа и систематизации данных лабораторно-аналитических исследований.</i></p> <p><i>В ходе исследований изучается состав углей и углеводородных пород на наличие ценных и токсичных элементов-примесей методом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915» с использованием пакета программ RA915P (ПДН Ф 16.1:2.23-2000) в компьютерном кабинете в 20 корпусе Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.</i></p>
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74;</i> <i>ГОСТ 12.1.004-91;</i> <i>ГОСТ 12.1.005-88;</i> <i>ГОСТ 12.1.038-82;</i> <i>ГОСТ 12.4.124-83;</i> <i>ГОСТ 17.1.3.06-82;</i> <i>ГОСТ 17.4.3.04-85;</i> <i>ГОСТ 17.2.2.01-84;</i> <i>ГОСТ 17.0.0.04-90;</i> <i>ГОСТ 17.2.3.01-86;</i> <i>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03;</i> <i>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;</i> <i>СНиП 2.2.4.548-96.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.	<p>В данном разделе проводится описание вредных факторов, возникающих при камеральных работах.</p> <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 3. Повышенный уровень шума; 4. Степень нервного перенапряжения и монотонный режим работы.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.	<p>В данном разделе проводится описание опасных факторов, которые могут возникнуть при камеральных работах.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический ток; 2. Короткое замыкание; 3. Статическое электричество; 4. Термическая опасность.
3. Охрана окружающей среды.	Безопасная утилизация бумаги, люминесцентных ламп и составных частей персонального компьютера
4. Защита в чрезвычайных ситуациях.	В данном разделе описывается безопасность при возникновении пожара в аудиториях и корпусах где проводится камеральный этап.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером, такие как Трудовой кодекс, ТОО Р-45-081-01. В данном пункте приводятся эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, для создания комфортной рабочей среды.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Соснина Наталья Александровна		01.03.2018

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения, списка литературных источников в количестве 35 наименований.

Объем работы 82 страницы машинописного текста, включая 25 таблиц и 1 рисунок.

Ключевые слова: элементы-примеси, уголь, зола, металлы, редкие и редкоземельные элементы.

Цель выпускной квалификационной работы – оценить содержания, закономерности распределения и условия накопления элементов-примесей.

Предметом исследования являются угли Лопатинского, Новиковского, Солнцевского и Константиновского месторождений.

В процессе исследования проводилось определение ряда элементов-примесей атомно-абсорбционным анализом и методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в 220 пробах угля и углевмещающих пород острова Сахалин. Пробоотбор, пробоподготовка и статистическая обработка полученных результатов по содержанию химических элементов в угле проводились согласно современным требованиям к такому роду исследований. Данные, полученные в результате лабораторных анализов, обрабатывались в программе Microsoft Excel.

Получены новые данные о содержании, закономерностях распределения и условиях накопления попутных ценных и токсичных элементов-примесей в углях и золах углей угольных месторождений Сахалина.

Материалы, полученные в процессе настоящих исследований, могут быть использованы при экологическом контроле качества углепродукции, при разработке технологии полной комплексной переработки углей и углеотходов.

Оглавление

Введение.....	10
1 Основные черты геологического строения угольных месторождений Сахалина	11
1.1 Лопатинское месторождение.....	12
1.2 Солнцевское месторождение.....	19
1.3 Константиновское месторождение	25
1. 4 Новиковское месторождение.....	26
2. Методика исследований	35
2.1 Опробование угленосных отложений.....	35
2.1.1 Методика опробования.....	35
2.1.2 Результаты опробования	36
2.2 Лабораторно-аналитические исследования	37
2.2.1 Пробоподготовка	38
2.2.2 Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS).....	38
2.2.3 Атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара»	40
2.3 Обработка и анализ результатов	41
3 Геохимия элементов-примесей в углях	42
3.1 Лопатинское месторождение.....	42
3.2 Солнцевское месторождение.....	47
3.3 Константиновское месторождение	51
3.4 Новиковское месторождение.....	54
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	58
4.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ	58

4.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ	60
4.3. Нормы расхода материалов	61
4.4. Общий расчет сметной стоимости работ.....	63
5. Социальная ответственность при выполнении научно-исследовательских работ по оценке ценных и токсичных элементов-примесей в углях Сахалина..	66
5.1 Профессиональная социальная безопасность	67
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)	67
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)	71
5.2 Экологическая безопасность (Охрана окружающей среды)	74
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
5.4 Законодательное регулирование при работах, профессионально связанных с эксплуатацией персонального компьютера.....	78
Заключение	80
Список использованной литературы.....	82

Введение

Уголь – это биогенная горючая горная порода, которая состоит как из органической части, которая включает в себя такие элементы, как С, О, Н, N и S, но также в состав входят неорганические компоненты, которые состоят из золообразующих элементов (Mg, Si, Fe, Al, Ca, K, Na) и второстепенных элементов-примесей, которые составляют не более 1% от массы неорганического вещества. Могут накапливаться в значительных количествах ценные элементы, а также элементы-примеси, которые несут экологическую опасность. Из этого можно сделать вывод, что месторождения угля можно рассматривать не только как источник топлива для энергетики, но и как накопитель ценных, благородных и редких металлов.

Сахалин — самый крупный из островов на Дальнем Востоке. Он вытянут в меридиональном направлении почти на 1000 км. Сахалинский угольный бассейн имеет важное значение в экономике Дальнего Востока. Кроме угольной, на острове развиты нефтедобывающая, лесная, бумажно-целлюлозная и рыбная промышленность. Недра Сахалина богаты углем, нефтью и газом. Добыча угля ведется периодически с 1952 года. В настоящее время угольная промышленность на Сахалине развивается. Добытый уголь также отгружают за пределы Сахалинской области в Южную Корею, Китай, Японию. В связи с этим возникла необходимость доизучения угольных месторождений с точки зрения содержания в них ценных и токсичных элементов - примесей.

Цель работы. Изучение геохимии элементов-примесей в углях Константиновского, Лопатинского, Солнцевского и Новиковского месторождений Сахалинского угольного бассейна.

Задачи исследования:

1. Изучить содержание ценных и токсичных элементов-примесей в углях Лопатинского, Солнцевского, Константиновского и Новиковского месторождений;
2. Изучить закономерности распределения элементов-примесей в углях;
3. Оценить редкометальный потенциал углей Сахалинского бассейна.

1 Основные черты геологического строения угольных месторождений Сахалина

В Сахалинский угольный бассейн включены все известные на о. Сахалин месторождения и углепроявления каменного и бурого угля, приуроченные к угленосным формациям меловой, палеогеновой и неогеновой систем. Угленосные формации континентального и прибрежно-континентального типов и приуроченные к ним месторождения угля распространены во всех основных структурно-генетических зонах Сахалинской области кайнозойской складчатости (рис.1).

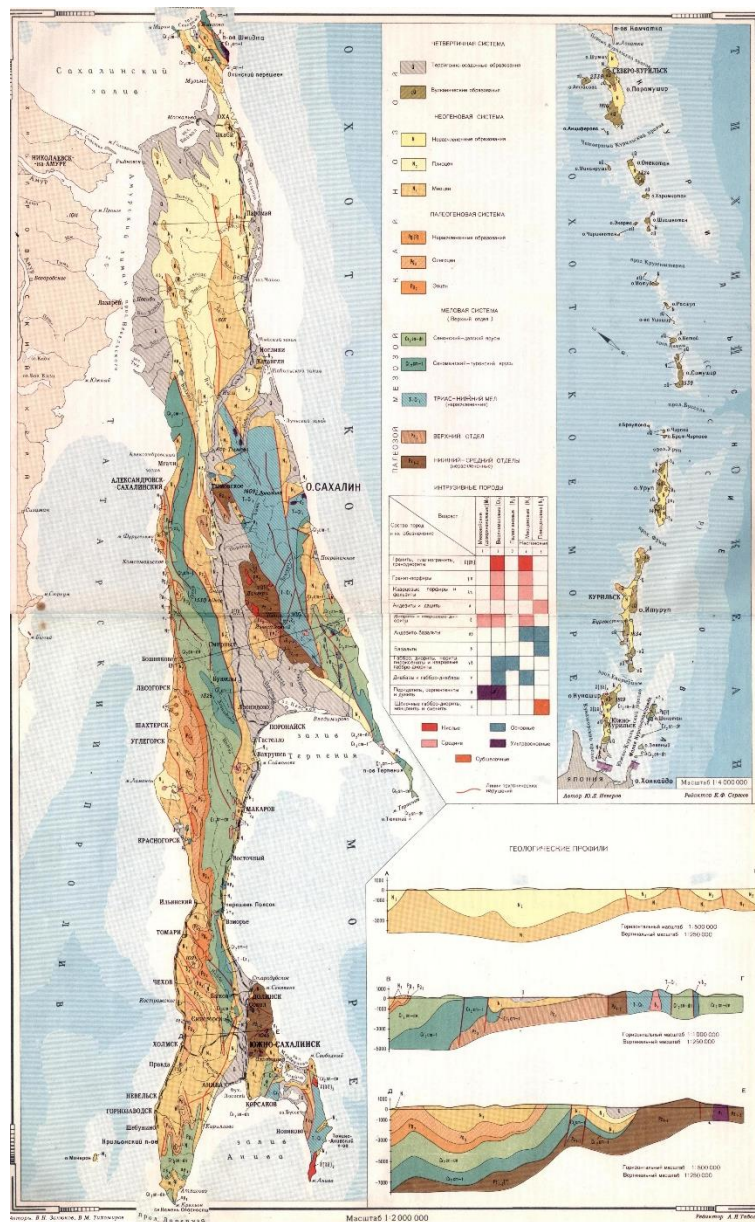


Рисунок 1 – Геологическая карта о. Сахалин

1.1 Лопатинское месторождение

Лопатинское каменноугольное месторождение находится в южной части острова Сахалин, в бассейнах рек Найбы и Сусуи в Южном угленосном районе. Оно протягивается в субмеридиональном направлении на 65 км [5].

Рельеф местности гористый, весьма расчлененный. Абсолютные отметки составляют 90-615 м, относительные превышения – 50-360м.

Лопатинское месторождение находится в наиболее освоенном народным хозяйством районе. На площади месторождения находятся шахты «Долинская» и «Южно-Сахалинская» с рабочими поселками Быково и Синегорск.

Лопатинское месторождение каменного угля открыто горным инженером И.А.Лопатиным в 1867-1968 гг. при проведении маршрутных обследований южной части о.Сахалин.

На месторождении выделено несколько участков и шахтных полей: «Лопатинский-1» , «Лопатинский-2», «Лопатинский-3», «Долинский-2», «Лопатинский-4», «Лопатинский-3», поле шахты «Долинская», «Загорский», поле шахты «Южно-Сахалинская», «Тепловодский».

Стратиграфия. В геологическом строении месторождения принимают участие образования верхнемелового (красноярковская свита), палеогенового (найбутинская, такарадайская и аракайская свиты) и четвертичного возрастов, представленные осадочными отложениями.

Красноярковская свита (K_2kr) – подстилает угленосные отложения. Нижняя часть свиты состоит из пачек переслаивания туффитов, туфопесчаников, песчаников, туфоалевролитов, алевролитов с редкими прослоями туфов и мергелистых конкреций. В основании разреза выделяется маркирующий горизонт крупно- среднезернистых туффитов и туфопесчаников с прослоями и линзами гравелитов. Верхняя часть свиты – так называемые «синегорские слои» – представлена ритмичным переслаиванием серых с голубоватым оттенком песчаников и алевролитов с редкими остатками пелеципод, гастропод и растительных остатков плохой сохранности. Эта часть разреза соответствует

зоне перехода (регрессивному циклу осадконакопления) от мелководных морских отложений к континентальным угленосным осадкам. Мощность свиты 400-900 м.

Найбутинская (P_{2nb}) – выполняет центральную часть месторождения, протягиваясь узкой полосой в субмеридиональном направлении. На большей части района наблюдается скрытое несогласие от верхнемеловых отложений к палеогеновым отложениям найбутинской свиты. На локальных участках в основании переходных слоев и отложений найбутинской свиты отмечаются размывы, не превышающие по масштабу внутриформационные. Литологически свита представлена пресноводно-континентальными терригенными отложениями – аргиллитами и алевролитами (до 63% объема), в меньшей степени песчаниками, гравелитами, конгломератами (20%), пластами каменного угля, углистого аргиллита и редкими прослоями туфов и туффитов.

Мощность, литологический состав и угленасыщенность свиты подвержены значительным изменениям как по падению, так и по простиранию. В разрезе свиты широко развиты расщепления угольных пластов, их фациальные выклинивания. Мощность свиты до 830 м.

Такарадайская (P_{2tk}) – залегает трансгрессивно без угловых несогласий на породах найбутинской свиты. Максимальный масштаб размыва нижележащих отложений отмечается на локальных участках: в центральной части участка «Долинский-2», на поле шахты «Долинская» и в южной части поля шахты «Южно-Сахалинская».

В нижней части разреза свита сложена песчаниками с резко подчиненными прослоями алевролитов и конкрециями известковистых песчаников. Вверх по разрезу происходит постепенная смена прибрежно-морских отложений умеренно глубоководными алевролитами, алевролитистыми песчаниками с маломощными прослоями глауконитсодержащих известковистых песчаников и мергелистых конкреций. Мощность свиты до 960 м.

Аракайская (P_{3ar}) – развита в западной части района. Представлена преимущественно осадочными и вулканогенно-осадочными породами, согласно

залегаящими на отложениях такарадайской свиты. В нижней части разреза – это вулканогенные песчаники, алевролиты, песчаники, туфопесчаники, туфоалевролиты, прослой гравелитов. Верхняя часть разреза свиты сложена мелко- и крупнозернистыми туфопесчаниками, туфоалевролитами и туфобрекчиями.

Четвертичные отложения (Q) – представлены верхнечетвертичным-современным и современным звеньями. Отложения первого из них распространены в восточной части района по долинам рек, где широко развиты террасы высотой 12-18 м. Аллювий террас сложен галечниками, супесями, суглинками и имеет мощность 1,5-6,0 м.

Современные отложения имеют наибольшее развитие и характеризуются разнообразием генезиса.

Аллювиальные отложения слагают надпойменные террасы высотой до 8 м. Низкие поймы и русла рек, состоят из галечников, песков с гравием, суглинков и супесей, иногда с линзами торфа. Мощность их не превышает 4-5 м.

Проллювиальные образования развиты незначительно, слагая конусы выноса временных водотоков. Коллювиальные отложения распространены ограниченно, образуя небольшие шлейфы у основания обвально-осыпных склонов.

Элювиально-делювиальные отложения сплошным чехлом покрывают водоразделы и склоны и представлены суглинками и супесями с дресвой, щебнем, редко глыбами выветрелых подстилающих коренных пород. Мощность их от 0,5 до 34 м.

Тектоника. Лопатинское каменноугольное месторождение расположено на западном крыле Западно-Сахалинского антиклинория. Отложения верхнемелового и палеогенового возрастов слагают моноклираль север-северо-западного простирания с падением на запад. Породы этих возрастов приурочены к нижнему и среднему структурным этажам геосинклинального типа Сахалинского мегаантиклинория.

Углы падения моноклинально залегающих угленосных отложений в пределах месторождения закономерно увеличиваются в южном направлении с 20-25 до 50-55° и выполаживаются по падению соответственно до 15-20 и 35-42°.

Общая моноклиальная структура месторождения осложнена складками более высоких порядков и разрывными нарушениями [1]. В границах месторождения с севера на юг выделяются Найбутинская, Воробьевская, Сторожкинская, Синегорская антиклинали и Охотская, Загорская, Камышовая синклинали. Складчатые структуры второго порядка расположены кулисообразно и имеют северо-западное простирание, с характерным воздыманием осей антиклиналей с наклоном крыльев от 10-15 (Найбутинская антиклиналь) до 60-70° (Воробьевская антиклиналь).

Основной крупный тектонический элемент района – Тымь-Поронайский взбросо-надвиг, прослеживающийся в меридиональном направлении через всю площадь и ограничивающий с востока поле распространения меловых отложений. Влияние его на формирование структурных особенностей месторождения было весьма существенным, что подтверждается крутым падением на запад пород угленосной толщи. Кроме того, в поле развития найбутинских отложений фиксируются многочисленные мелкие сбросы шарнирного типа, амплитуда которых быстро затухает в более молодых отложениях. Амплитуды вертикальных перемещений по ним составляют первые десятки метров и обычно не превышают 100 м.

Характерная особенность месторождения – параллельность осевых линий складок и разрывных нарушений. Последние в свою очередь оказали значительное влияние на формирование тектонической структуры месторождения, обусловив ее блочное строение.

Более всего нарушена центральная часть месторождения – участок «Загорский» и северный фланг поля шахты «Долинская». Здесь развита зона разрывных дислокаций северо-западного и северо-восточного направлений.

Южная часть месторождения (поле шахты «Южно-Сахалинская» , участок «Тепловодский») имеет более спокойный характер дизъюнктивной нарушенности.

Верхний структурный этаж сложен комплексом четвертичных отложений различных генетических типов небольшой мощности, залегающих горизонтально или под углами падения в несколько градусов, за исключением участков, прилегающих к зонам активных разломов.

Магматизм. На площади месторождения продукты магматической деятельности представлены вулканогенными образованиями мелового и палеоген-неогенового времени [5]. Позднемеловые дайки липаритовых порфиров (λK_2) встречаются в центральной части долины р. Анна. Олигоцен-миоценовая диорит-андезит-базальтовая формация встречается в районе г. Светлой и за пределами площади месторождения. На площади шахтных полей и участков Лопатинского месторождения проявлений магматизма не обнаружено.

Угленосность и фациальные условия. Угленосные отложения найбутинской свиты представлены пресноводно-континентальными образованиями. В пределах месторождения они подразделяются на четыре подсвиты.

В основании свиты осадки чаще всего представлены русловыми и пойменными фациями, сменяющимися вверх по разрезу фациями озер. Среди отложений первой угленосной подсвиты преобладают фации озер (32%) и болот (42). Фации русел и выноса рек в водоемы составляют (в %) 8, пойменные – 8, торфяников – 8, заливающихся частей торфяных болот – 2.

Обстановка углеобразования соответствует континентальным условиям накопления осадков в условиях предгорной равнины и заболоченной приморской низменности.

Отложения фаций представлены алевропелитовыми разностями с единичными прослоями песчаников и конгломератов.

Первая подсвита включает нижнюю часть разреза свиты до почвы слоя песчаников под пластами 8^a или 8^a нижней пачки. В разрезе подсвиты

насчитывается до 17 угольных пластов, пропластков угля и углистого аргиллита, из которых 13 имеют рабочие характеристики – 2, 3^а, 3^а_{в.п.}, 3^б, 4^{н1}, 4^н, 4^{н.п.}, 4, 4^{в.п.}, 5, 5^{в.п.}, 8, 8^{в.п.}.

В основании второй подсвиты залегают русловые и пойменные осадки, сформировавшие выдержанную пачку песчаников мощностью 40-60 м. В средней и верхней частях подсвиты аллювиальные осадки залегают в виде разобщенных линз мощностью 3-5 м. Осадки русловых фаций составляют (в %) 18, пойменных – 5, торфяников – 6, озер – 32, болот – 34, фации выноса рек в прибрежные части водоема – 3, фации заливающихся обводненных торфяных болот – 2.

Обстановка углеобразования соответствует континентальным условиям накопления осадков. В составе второй подсвиты резко преобладают алевролитовые разности с единичными прослоями песчаников и конгломератов. В разрезе подсвиты содержится до 35 угольных пластов, линз, пропластков угля и углистого аргиллита, из которых 15 угольных пластов имеют рабочую мощность – 8^а_{н.п.}, 8^а, 10, 12^{н.п.}, 12^н, 12, 12^б, 12^б_{в.п.}, 13^{н.п.}, 13, 13^{в.п.}, 14^в, 15, 16, 17.

Третья подсвита представлена отложениями русловых и пойменных фаций (13 и 12%). В средней и верхней частях подсвиты распространены (в %) осадки фаций выноса рек в прибрежные части водоема – 6, озер – 30, заболачивающихся водоемов – 32, торфяников – 4, заливающихся обводненных торфяных болот – 3. В верхней части подсвиты появляются фации, переходные от континентальных к морским – фации лагун и баров.

В составе третьей подсвиты отмечается до 10 угольных пластов, линз, прослоев угля и углистого аргиллита, из которых шесть угольных (20, 21, 21^а, 22, 22^а, 24) пластов имеют рабочие характеристики.

Четвертая подсвита завершает разрез найбутинской свиты. Подсвита включает до пяти угольных пластов, из которых три в центральной части месторождения имеют рабочие мощности (28, 29, 31).

Макроскопически угли черного цвета, отличаются чередованием блестящих, полублестящих и полуматовых разностей. Структура углей однородная, тонко-, грубо-, линзовидно-полосчатая, штриховатая.

Петрографический состав угольных пластов однороден. В мацеральном составе углей преобладает витринит – 87-92% – преимущественно в виде атритовой основной массы, содержащей 10-20% витринизированных фрагментов бесструктурных и слабоструктурных растительных тканей.

Угли Лопатинского месторождения характеризуются трудной и очень трудной обогатимостью. Имея высокую механическую прочность (57,3-65,6%), они относятся к группе прочных углей. Коэффициент размолоспособности углей изменяется от 0,68 до 1,19. Основные показатели углей (по средним значениям) даны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные качественные (в %) показатели углей

Объект	Индексы угольных пластов	Влажность		A^d	V^{daf}	Теплота сгорания		ΣOK	R_o
		W^a	W_t^r			Q_s^{daf}	Q_i^r		
Шахта "Южно-Сахалинская"	XV-I	2,3-3,1	6,4-7,3	20,6-25,7	44-49	30,9-32,8	19,6-24,4	5-10	0,56-0,64
	X ^b		7,2	14,2					
Шахта "Долинская"	31-20	6,4-12,2	6,4-7,7	11,9-18,7	44-50	31-33	23-24	1-10	0,5-0,64
	19-1		9,4-12	19-23		28,0-30,5	22,6		
Участок "Загорский"		4,1	10,5	19,1	4-6	32,1	-	-	-

Термическая стойкость углей месторождения изменяется от удовлетворительной (участок «Загорский») до хорошей (поле шахты «Долинская»). Показатель термической стойкости изменяется от 53 до 93,2.

Угли относятся к I и II группам устойчивости к окислению (устойчивые и средней устойчивости), склонны к самовозгоранию. Угольная пыль взрывоопасна (индекс взрывоопасности более 250).

Угли Лопатинского месторождения по ГОСТу 25543-88 – каменные, марки Д, подгруппы ДВ. Угли месторождения по средним данным относятся к

классу 06, категории 0, типу 44-48, подтипу 00 (кодový номер 0604400–0604800).

1.2 Солнцевское месторождение

Месторождение бурых углей расположено на западном побережье центральной части острова Сахалин, в 10 км к юго-востоку от г. Углегорска [5].

Промышленный интерес представляют выходы угленосной верхнедуйской свиты западнее долины р. Углегорки, где выделяются разведочные участки «Южный» и «Центральный». Детально разведана южная часть участка «Южный» площадью 8,6 км².

Стратиграфия. В геологическом строении месторождения участвуют осадочные и вулканогенно-осадочные отложения палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов.

Палеогеновые (*P*) отложения – представлены морскими образованиями краснопольевской, такарадайской и аракайской свит.

Отложения краснопольевской свиты (*P_{2kr}*) – развиты в ядре Соболевской антиклинали и представлены толщей мелко-, среднезернистых песчаников, с редкими прослоями алевролитов и конгломератов, переслаиванием песчаников и алевролитов. Видимая мощность свиты до 1150 м, возраст – эоценовый.

Отложения такарадайской (*P_{2tk}*) свиты – распространены на небольших участках в восточной и западной частях района и представлены толщей алевролитов, с редкими прослоями мелкозернистых песчаников. Видимая мощность до 600 м, возраст – эоценовый.

Отложения аракайской свиты (*P_{2ar}*) – согласно залегают на нижележащих и включают туфопесчаники, туфоалевролиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты. Мощность этих отложений составляет 650-1050 м, возраст – олигоценовый.

Неогеновые отложения (*N*) – имеют широкое распространение в районе и представлены вулканогенно-осадочными, нормально-осадочными и

угленосными образованиями, расчлененными на четыре свиты: холмскую, верхнедуйскую, курасийскую и маруямскую.

Отложения холмской свиты (N_{1hl}) – распространены в восточной и южной частях района, обнажаясь на крыльях Углегорской синклинали. Морские образования свиты согласно залегают на нижележащих осадках аракайской свиты, мощность свиты 450-680 м, возраст – нижнемиоценовый.

Верхнедуйская свита (N_{1vd}) – продуктивная – залегает на отложениях холмской свиты с небольшим размывом, без видимого углового несогласия. Представлена угленосными пресноводно-континентальными отложениями, сменяющимися вверх по разрезу прибрежно-морскими. Свита расчленена на три подсвиты, мощность ее в районе достигает 1160 м, возраст – среднемиоценовый.

Отложения курасийской свиты (N_{1kr}) – согласно перекрывают угленосные образования верхнедуйской свиты и представлены морскими глинисто-алевролитовыми осадками, темно-серыми до черных аргиллитов и алевролитами и их переслаиванием. Вверх по разрезу они сменяются буровато-серыми опоковидными алевролитами. Мощность свиты до 1700 м, возраст – среднемиоценовый.

Отложения маруямской свиты (N_{1-2mr}) – распространены только в юго-западной части площади и включают серые и темно-серые алевролиты, аргиллиты и песчаники. Мощность свиты до 2100 м, возраст – верхнемиоценовый-плиоценовый.

Четвертичные отложения (Q) – представлены верхнечетвертичными и современными звеньями. Отложения первого из них распространены в западной части района, на берегу Татарского пролива, где сосредоточены мелко-, среднезернистые пески с прослоями и линзами гравелитистых песков, гравийников и галечников, слагающие чехлы высоких абразионно-аккумулятивных террас. Мощность их до 15 м. Современные отложения – это аллювиальные, аллювигально-делювиальные и делювиальные осадки: гравийно-галечники с песчано-алевритовым заполнителем, пески, алевриты мощностью до 35-55 м (долина р. Углегорки); суглинки с обломками коренных пород

мощностью от 1-2 до 5-10 м; средне-, мелкозернистые пески с гравием и галькой мощностью до 5 м (берег Татарского пролива); болотные образования, состоящие из глины, суглинков, торфа мощностью до 8 м (долина р. Углегорки).

Тектоника. Солнцевское буроугольное месторождение расположено в южной части Углегорской синклинали, являющейся структурой второго порядка Западно-Сахалинского антиклинория. Средний структурный этаж сложен комплексом сложно дислоцированных отложений палеогена и неогена.

Строение района находится под влиянием крупного меридионального Западно-Сахалинского глубинного разлома, расположенного вблизи побережья в Татарском проливе и установленного здесь геофизическими методами. С этим разломом связаны интенсивная дислоцированность пород, широкое распространение пластовых и секущих плиоценовых интрузий щелочного и субщелочного составов. Непосредственно на Солнцевском месторождении магматические породы развития не получили.

Другим крупным разрывным нарушением в районе является меридиональный Соболевский сброс, осложняющий ядро одноименной антиклинальной складки. По плоскости этого разлома неогеновые отложения сброшены на запад на 2500-3000 м. Широко распространены также другие разрывные нарушения субмеридионального, северо-восточного и северо-западного направлений.

Углегорская синклиналь протягивается от южной границы Солнцевского месторождения в север-северо-западном направлении за пределами северной ее границы. Длина складки в пределах месторождения составляет 20 км.

Южная часть Углегорской синклинали, к которой приурочено Солнцевское буроугольное месторождение, имеет площадь около 100 км² и характеризуется сложным строением.

Складчатая структура месторождения в значительной степени осложнена разрывными нарушениями различной ориентировки и величины.

Разрывные нарушения генетически связаны с тектоническими движениями плиоценового возраста (сахалинская фаза тектогенеза) и относятся

к постседиментационным. Сбросы распространены более широко, чем разрывные нарушения взбросового типа. Это характерно для угольных месторождений Углегорского района Сахалина. Многие, особенно крупные разрывные нарушения, прослеживаются из менее пластичных, подстилающих угленосные отложения, пород холмской и аракайской свит. Другие нарушения не выходят за пределы угленосных отложений.

Магматизм. Западнее и юго-западнее площади Солнцевского месторождения угля распространены дайки андезитов и базальтов, прорывающие отложения краснопольевской, такарадайской, аракайской и холмской свит. Они относятся к Сергеевскому магматическому комплексу позднепалеоген-раннемиоценового возраста. На площади месторождения магматические породы не встречены.

Угленосность и фациальные условия. На фоне общего опускания территории накапливаются прибрежно-морские отложения, сначала грубые (песчаники и гравелистые песчаники), а затем все более тонкозернистые [5]. Мелкие колебательные движения обуславливают местные размывы накопившихся осадков.

Происходит формирование обширных предгорных прибрежных равнин, на которых создаются условия для возникновения торфяных болот и, соответственно, накопления органического материала. В этих фациальных условиях идет формирование средней угленосной подсвиты. Нижняя и средняя части ее сформировались в пресноводно-континентальных, а верхняя часть – в прибрежно-морских условиях.

В дальнейшем произошла относительная стабилизация осадконакопления, колебательные движения стали более крупными и более редкими, что обусловило накопление средней угленосной пачки, угольные пласты которой имеют уже гораздо более простое строение. В последующем накопление континентальных осадков верхней угленосной пачки периодически прерывалось наступающим морем и формированием осадков в условиях заливов и лагун.

Сопоставлением разрезов скважин установлено закономерное уменьшение мощности средней угленосной подсвиты на месторождении в направлении с север-северо-запада на юг-юго-восток, т.е. к участку “Южный”, с 685 до 250 м с одновременным уменьшением количества угольных пластов в разрезе с 18 до 11 за счет их слияния и увеличения их мощности в этом направлении.

Промышленно-угленосная средняя подсвита верхнедуйской свиты содержит на участке “Южный” до 12 пластов угля (сверху вниз): I, II, III, III^н, IV^в, IV, IV^н, V, V^н, VI, VII^в, VII. Из них промышленное значение имеют угольные пласты: I, II, III, IV^в, IV, IV^н, V, VI.

По принятому стратиграфическому делению угольные пласты I, II, III, III^н входят в состав верхней угольной пачки, пласты IV^в, IV, IV^н, V, V^н – центральной пачки и пласты VI, VII^в, VII – нижней угленосной пачки.

Промышленная значимость угленосных пачек неравноценна. Центральная угольная пачка по промышленной значимости – основная. Наиболее изученный в геологическом отношении в пределах Солнцевского месторождения – участок «Южный».

Залегающие на участке в основном мощные и средней мощности сложные угольные пласты относительно выдержанные и, в меньшей степени, невыдержанные по мощности и качеству угля.

Пласты имеют тенденцию к осложнению своего строения вниз по разрезу и к увеличению своей мощности – с увеличением одновременно мощности угленосного разреза в север-северо-западном направлении.

Качество и технологические свойства углей. Ископаемые угли Солнцевского месторождения относятся к группе гумолитов, образовавшихся из продуктов преобразования отмерших высших растений в условиях автохтонного их накопления [5].

Угли всех рабочих угольных пластов полублестящие, блестящие, полуматовые, встречаются также полублестящие с полуматовыми разностями с прослойками углистых аргиллитов, аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Структура углей линзовидно-полосчатая с тонкоштриховатой основой, тонкоштриховатая, однородная. Неоднородность углей определяется наличием в основной угольной массе штрихов, линз и полос витрена. Текстура углей чаще массивная неоднородная, реже слоистая массивная неоднородная. Излом углей раковистый, ступенчатый, с параллельной или плитчатой отдельностью. Цвет угля черный, цвет черты углей пластов I, II и III темно-коричневый, пластов IV, V и VI – черный.

В мацеральном составе (в %) углей существенно преобладает витринит (84-91). Подчиненное значение имеют липтинит (7) и интёртинит (7-3). Минеральные примеси, преимущественно в виде глинистого вещества, составляют 3-5%.

В среднем до глубины 5 м угли выветрелые, ниже до глубины 12 м окисленные, которые обладают несколько пониженными теплотехническими свойствами, но они могут быть использованы в качестве энергетического топлива.

Для угленосного разреза характерно начало обоих циклов угленакопления: нижнего – пресноводно-континентального и верхнего – прибрежно-морского, с образованием высокзольных углей (пл. VII, VII^в, VI, III, III^н) и завершение их образованием низкзольных углей (пл. IV^н, IV, IV^в, I). По изменению зольности все угольные пласты относятся к типу выдержанных и относительно выдержанных.

Высшая теплота сгорания (в МДж/кг) угля на сухое беззольное состояние ($Q_{\text{daf}}^{\text{с}}$) закономерно увеличивается от верхнего пласта I (26,9) к нижнему пласту VI (30,4) и в среднем составляет 29,4.

Средняя температура плавления (в °C) золы составляет: начала деформации – 1237, размягчения – > 1446, жидкоплавкого состояния > 1472.

Коэффициент плавкости золы изменяется от 4,8 (окисленные угли) до 5,9 (неокисленные угли), среднее – 5,4. В целом золы углей являются тугоплавкими.

Зола углей Солнцевского месторождения – слабошлакующая ($R_s=0,05$) и слабозагрязняющая ($R_f=0,35$) поверхности нагрева котельных агрегатов.

Угли – легко- (81%), средне- (12), трудно- и очень труднообогатимые (7). Они среднезольные, средняя зольность чистых пачек равна 12,7%, а горной массы – 18,7. Из-за высокой массовой доли минеральных примесей угли подлежат обогащению. Угли относятся к группе прочных (показатель механической прочности 55-65%). Коэффициент размолоспособности для окисленных и неокисленных углей изменяется от 1,36 до 0,58 и в среднем равен 0,90.

Плотность углей изменяется от 1,42 до 1,63 г/см³. При зольности товарного угля, равной 16,3%, плотность углей равна 1,45 г/см³.

1.3 Константиновское месторождение

Участок «Юбилейный» Константиновского бурого угольного месторождения приурочен к западному крылу Константиновской брахисинклинальной складки, имеет субмеридиональное простирание. Крылья складки асимметричные, западное крыло пологое, с углами падения 15–25°, восточное крутое – угол наклона составляет от 45–50° до 90°, вплоть до опрокинутого залегания. Для обоих крыльев характерно увеличение углов по мере удаления от оси структуры. Абсолютные высотные отметки в пределах участка изменяются от 20 до 180 м, относительные превышения в среднем составляют 60–80 м.

Южная, западная и восточная границы определены площадью распространения угленосных отложений верхнедуйской свиты. В 1953 г. на площади месторождения проведены электроразведочные работы для прослеживания выходов угольных пластов в условиях слабой обнаженности и недостаточной геологической изученности.

Угленосными являются отложения верхнедуйской свиты неогенового возраста. Разрез свиты сложен аргиллитами, алевролитами и песчаниками, вмещающими пласты угля и углистых аргиллитов. Общая мощность верхнедуйской свиты в пределах месторождения составляет около 350–400 м.

Свита содержит 10 пластов угля (I, II, III_н, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX) и несколько маломощных пропластков угля и углистых пород, из которых рабочими являются пласты II, IV, V, IX мощностью от 0,3 до 4,9 м (суммарная мощность до 9,6 м).

Наличие угольных пластов большой мощности имеющих выход на дневную поверхность, пологое залегание делают участок перспективным для открытой добычи.

По марочному составу угли относятся к бурым марки Б, группы ЗБ, подгруппы ЗБВ (третий бурый витринитовый). Качественные показатели угля: Ad – 15,2-26,3 %; Wa – 4,3-6,2 %; Std – 0,2-0,55%; Qsdaf – 5566–6466 ккал/кг.

1. 4 Новиковское месторождение

Расположено в центральной части Тонино-Анивского полуострова и в административном отношении входит в состав Корсаковского район [5]. Площадь месторождения около 4,0 км².

Новиковское буроугольное месторождение известно с 1909 г. До 1945 г. геологические исследования в районе проводили японские геологи.

Геологическая съемка масштаба 1:200 000 (А.А. Трепалина) проведена в 1956-1957 гг., масштаба 1:50 000 (В.Т. Шейко и Ю.Н. Тарасевич) – в 1964-1965 гг.

В 1952-1955 гг. бывшим трестом «Сахалинуглеразведка» на площади месторождения проведены поисковые работы. В 1962 г. получены сведения о содержании в углях и угленасыщенных породах германия. Предварительная и детальная разведки площади месторождения по участкам проведены в 1963 по 1989 г.

Площадь месторождения разделена на пять участков: «Северный», «Центральный», «Южный», «Восточный-I» и «Восточный-II».

Угли участков «Центральный» и «Южный» - технологическое сырье на германий, угли остальных участков – энергетические.

Промышленные запасы угля участков «Центральный» и «Восточный-I» практически отработаны.

Стратиграфия. В геологическом строении месторождения принимают участие мезозойские (новиковская свита), неогеновые (угленосная верхнедуйская и безугольная маруямская свиты) и современные четвертичные образования.

Новиковская свита (J-K_{nv}) – по литологическому составу подразделяется на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю.

Отложения нижней подсвиты слагают ядра антиклинальных складок и представлены, в основном, песчаниками, реже, алевролитами. Мощность подсвиты не превышает 200-30 м, ископаемой фауны в ней не встречено.

Отложения средней подсвиты развиты в восточной части месторождения. Для нее характерна пестрота состава слагающих ее пород. Представлена подсвита чередованием яшм, туфов, эффузивов, песчаников, алевролитов, брекчий, известняков. Толще свойственны частые фациальные изменения. Кремнисто-вулканогенные породы приурочены к низам толщи. К верхней части разреза возрастает роль песчаников и алевролитов. Общая мощность отложений средней подсвиты колеблется от 400 до 800 м. На основании находок крупных иноцерамов и аммонитов верхнемезозойского облика отложения средней подсвиты отнесены к нижнему мелу.

Верхняя подсвита имеет наибольшее площадное распространение. Мощность ее превышает 1400 м. Представлена в основном песчаниками и алевролитами. Отмечаются редкие линзовидные прослои яшм, известняков, туфов и гравелитов. Граница с подстилающей подсвитой устанавливается по исчезновению в разрезе пестрых вулканогенно-кремнистых образований. Мощность подсвиты более 1600 м. На основании фауны (*Pterotrigonia hokkaidoa* na Jehora, *Trigoniidae* sp. indet. и *Sonneratia* sp.) отложения подсвиты отнесены к нежне-верхнемеловому возрасту.

Общая мощность свиты 2600-3000 м.

Для отложений верхнедуйской свиты (N1vd), залегающей с размывом, угловым и стратиграфическим несогласием на подстилающих породах, характерны непостоянство литологического состава, резкие фациальные переходы пород на коротких расстояниях и изменения их мощностей. По угленосности, литологическим особенностям и условиям образования отложения свиты расчленяются на две подсвиты: нижнюю угленосную и верхнюю безугольную.

Нижняя угленосная подсвита распространена на месторождении повсеместно. Ее верхний контакт проводится по кровле угольного пласта II.

Отложения подсвиты включают в себя грубообломочные седиментационные брекции при подчиненном количестве конгломерато-брекчий, гравелито-брекчий, гравелитов, реже – грубозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты. Характерны многочисленные линзы сингенетичных сидеритов и рассеянного пирита и обломки лигнитизированной древесины.

В разрезе подсвиты залегают до двух пластов угля, имеющих промышленное значение. Нижний пласт I распространен лишь на участках максимального погружения блоков фундамента, а верхний пласт II развит на месторождении почти повсеместно. Межпластовый интервал представлен алевролитами, сменяющимися вверх песчаниками, гравелитами и конгломерато-брекчиями.

Вблизи западного борта депрессии из разреза выпадает нижняя часть подсвиты. Здесь она представлена седиментационными брекчиями, реже – гравелито-брекчиями, угольным пластом II и подстилающими его углистыми и угленасыщенными аргиллитами.

Максимальная мощность подсвиты до 340 м.

Верхняя безугольная подсвита состоит преимущественно из неслоистых аргиллитов и алевролитов с двумя-тремя слоями туфов кислого состава мощностью от 0,2-0,5 до 5-10 м. В крайней юго-западной части месторождения туфы слагают толщу мощностью 100 м и по размерности обломочного материала относятся к туфобрекчиям и агломератовым туфам.

В западной части участков «Центральный» и «Южный», где верхний угольный пласт II выклинивается, происходит фациальное замещение аргиллитов и алевролитов подсвиты грубозернистыми песчаниками, гравелитами и гравелито-брекчиями на песчано-глинистом цементе.

Мощность подсвиты увеличивается в сторону максимального прогиба депрессии и достигает на участке «Южный» 200 м. Максимальная мощность свиты в границах месторождения 250 м.

В средней части разреза свиты на Новиковском месторождении установлены пресноводные *Viviparus* sp. и соленоводные *Corbicula* sp., а также обильные отпечатки флоры, в верхней части – собрана морская фауна *Nuculana* sp., *Musoma* sp. и др., характеризующие ее возраст как среднемиоценовый.

Маруямская ($N_{1-2}mr$) – распространена в основном на северо-востоке депрессии. В юго-западной и центральной ее частях она выделена лишь в осевой части Юго-Западной синклинали.

В пределах участка «Восточный-I» отложения свиты отсутствуют.

Граница между отложениями верхнедуйской и маруямской свит на большей части площади депрессии проведена условно. Залегание пород, как правило, согласное, без признаков перерыва, в единичных случаях отмечаются четкие размывы и угловые несогласия в залегании слоев.

В основании свиты, на юго-западном борту депрессии, залегают грубообломочные отложения: гравелито-брекчии, конгломераты мелкогалечниковые, мелкозернистые пески, туфоалевролиты, аргиллиты угленасыщенные с линзами и прослойками (до 0,25 м) угля.

Верхняя часть разреза сложенная преимущественно туфоалевролитами и песчаниками.

В северо-восточной части депрессии полностью отсутствуют грубообломочные породы. Свиты здесь представлена однообразными по облику туфоалевролитами с очень редкими прослоями мелко- и среднезернистых песчаников.

Мощность свиты в пределах месторождения достигает 600 м. Полная мощность маруямской свиты до ее размыва составляла на месторождении не менее 1200-1500 м.

Возраст свиты – верхний миоцен-нижний плиоцен – установлен по остаткам морской фауны – *Malletia* sp., *Nuculana* sp., *yoldia* sp., *Macoma* sp., *Ratinopecten* sp. и др.

Отложения четвертичного возраста на месторождении представлены аллювиальными и делювиальными образованиями. Аллювиальные отложения развиты в долинах рек Черной, Новикова и др. и их протоков и содержат песчано-галечниковый материал. Мощность их достигает 1-3 м.

Делювиальные отложения сплошь покрывают мезозойские и неогеновые образования и представлены суглинками и супесями со щебнем мощностью 1,5-4,0 м.

Тектоника. Комплекс юрско-меловых отложений месторождения выделен в нижний структурный этаж, неогеновых – средний, а четвертичных – верхний структурный этаж.

В структурном отношении месторождение расположено в юго-западной части Новиковской тектонической депрессии и представляет собой ряд обособленных или полубособленных мульд и брахисинклиналей, разделенных выходами на поверхность пород мезозойского фундамента.

Основные структуры месторождения – вытянутые параллельно депрессии в северо-восточном направлении две синклинальные зоны – Северо-Западная и Юго-Восточная. К Северо-Западной зоне приурочены участки «Центральный» и «Северный»; к Юго-Восточной – участки «Южный», «Восточный –I» и «Восточный-II». Северо-западные части складок простого строения и относительно пологого залегания ($20-50^\circ$), юго-восточные и восточные осложнены разломами, ограничивающими депрессию, и угленосные отложения залегают здесь круто, вплоть до вертикального и опрокинутого залегания. На участке крутого залегания распространены многочисленные

разрывные нарушения. В центральной и северо-западных частях складок разрывные нарушения единичны.

На месторождении выделяются три группы разрывных нарушений. К первой группе относятся наиболее древние, в частности долгоживущий разлом, контролирующий германиевое оруденение северо-западного направления и ступенчато смещенный более молодыми плиоценовыми разрывами северо-восточного простирания. Разлом как бы ограничивает месторождение с юго-запада.

Разлом относится к типу «скрытых» и на геологической карте не отображается. Глубинный характер разлома устанавливается по косвенным признакам – приуроченности гидротермальных германиевых растворов к наиболее глубинным разломам земной коры. В зоне разлома породы интенсивно изменены вплоть до образования кварцевых, гидрослюдисто-кварцевых и гидрослюдисто-сидерит-кварцевых метасоматитов.

Зона разлома представляет собой, по-видимому, систему кулисообразно сочленяющихся трещин или отдельных разрывных нарушений и зон повышенной трещиноватости. На участке «Центральный» установлено два таких нарушения.

Ко второй группе разрывных нарушений относятся конседиментационные среднемиоценовые разломы, контролирующие на месторождении углеобразование. Они преимущественно субмеридионального простирания и сопровождаются оперяющими их нарушениями других направлений. Разрывы имеют крутое падение (70-80°). Вертикальные амплитуды смещения по ним пород мезозойского фундамента 50-80 м. На участке «Центральный» и «Южный» эти нарушения развивались по зоне трещиноватости рудоконтролирующего разлома и пространственно с ним совпадают.

В третью группу разрывных нарушений выделяются самые молодые плиоценовые разрывы, преимущественно северо-восточного направления. Эти нарушения являются взбросами и взбросо-сдвигами, по которым мезозойские

отложения надвинуты на неогеновые угленосные образования. Углы падения разрывов крутые (60-80°), амплитуда вертикальных перемещений – от 10-15 до 100-300 м. Около разрывных нарушений развита сложная складчатость, часто с образованием опрокинутых складок. Горизонтально залегающие четвертичные отложения выделены в верхний структурный этаж.

Магматизм. В исследуемом районе выделяются три интрузивных комплекса: раннемеловой габбро-перидотитовый, палеогеновый гранитоидный и миоценовый андези-базальтовый.

В районе месторождения интрузивных образований палеогенового и раннемиоценового комплексов не отмечено. Достоверно не установлены также подводящие каналы фиксирующегося в отложениях верхнедуйской и маруямской (курасийской) свит прокластического материала кислого и основного составов.

К раннемеловому габбро-перидотитовому комплексу отнесены небольшие тела и дайки габбро-диоритовых порфиритов, диабазов и трещинные интрузии гранитоидов, прорывающие вулканогенно-осадочные отложения новиковской свиты. Интрузивные тела приурочены к разрывным нарушениям субмеридионального, северо-западного и северо-восточного простирания.

Угленосность и фациальные условия. Характерная особенность разреза верхнедуйской свиты месторождения – постепенная смена фаций в направлении суша-море.

Исходный растительный материал накапливался в условиях заболоченной равнины, с широким развитием речной сети и озер, и подвергался гелификации в обводненных торфяниках, относимых к фациям обводненных болот:

- застойных торфяных, представленных клареновыми углями всех типов со сравнительно небольшим количеством минеральных включений и слагающих пачки и слои чистых малозольных углей и витреновых прослоев;

- периодически проточных торфяных, представленных также всеми типами клареновых углей со средним количеством минеральных терригенных

включений в виде микрослойков глинистого материала, что характеризует беспокойную обстановку в период торфообразования и являющихся пластообразующими для месторождения;

– проточных, характеризующихся углями с большим содержанием распределенных в основной массе равномерно минеральных включений, широко распространенных на месторождении генетически связанных с углистыми аргиллитами.

В результате проведенных петрографических исследований углей Новиковского месторождения выяснено, что вещественно-петрографические типы углей и фации ископаемых торфяников на рудных и безрудных участках месторождения практически идентичны.

Верхнедуйская свита содержит два угольных пласта сложного строения (I и II). Основным промышленным пластом месторождения, имеющим повсеместное распространение, является верхний пласт II.

На участках «Центральный» и «Северный» угольный пласт I в разрезе отсутствует, промышленную характеристику имеет лишь на северо-западном крыле участка «Восточный-I», где его подсчетная мощность изменяется от 1,09 до 9,01 м, среднее значение 4,84. Пласт I чаще сложного строения, состоит из 2-8 пачек угля, разделенных прослоями углистых, угленасыщенных аргиллитов и туфогенного песчаника. В ряде мест пласт I простого строения, представлен угольной пачкой мощностью 0,17-8,02 м. По изменению мощность и строению пласт I неустойчивый.

Угольный пласт II сложного строения, состоит из 2-12 пачек угля, разделенных маломощными прослоями аргиллитов, углистых аргиллитов, углистых аргиллитов, грязного угля мощностью 0,05-0,3 м, редко – 1,0-2,28 м. Подсчетная мощность пласта изменяется от 1,43 до 21,9 м при среднем значении 5,36-7,29. По степени устойчивости строения и качества пласт относится к группе относительно устойчивых. Наибольшее практическое значение пласт II имеет в северных, северо-западных и центральных частях участков, в южном и юго-восточном направлениях часто выклинивается.

Качество и технологические свойства угля. Макроскопически угли представляют собой чередование полублестящих, полуматовых и матовых разностей. Степень блеска углей обусловлена количественным содержанием минеральных примесей. Преобладают полублестящие угли. Мацеральный состав (в %): витринит – 90, липтинит – 4, семивитринит – 4, инертинит – 2. Исходный материал углей – остатки стеблей древесины, паренхимных тканей листьев. Большинство изученных углей относятся к гумусовым, классу гелитолитов, типу ксилогелитовому.

Из минеральных включений в углях отмечено глинистое и кремнистое вещество, кварц, сидерит, пирит, халцедон и кальцит.

Общая закономерность для месторождения – увеличение зольности угольных пластов от кровли к почве пласта от 5-10 до 35-40%.

Наибольшее изменение летучих веществ наблюдается на участке «Центральный», где их количество уменьшается с восточного на западное крыло складки от 40-42 до 37-38%. На остальной площади месторождения их количество довольно стабильно.

Качественные характеристики германиеносных углей и энергетических отличаются незначительно.

Уголь механически прочный с коэффициентом размолоспособности 0,85, термически стойкий. Обогащаемость угля от легкой до средней.

Угли мало- и средnezольные, высококалорийные, с повышенным выходом летучих веществ, с повышенной сернистостью. Обладают высокими теплотехническими свойствами и могут применяться в качестве топлива на котельных установках всех типов.

Средний показатель отражения витринита углей Новиковского месторождения составляет 0,46, Σ ОК – 4%.

В соответствии с ГОСТом 25543-88 угли Новиковского месторождения бурые (марка Б), группы ЗБ, подгруппы ЗБВ (третий бурый витринитовый), кодовый номер углей 0402010.

2. Методика исследований

Методика исследований угольных месторождений состоит из опробования, пробоподготовки, лабораторно-аналитического исследования, методов обработки и интерпретации результатов.

2.1 Опробование угленосных отложений

Цель этапа – проведение представительного опробования доступных для исследования угольных пластов (угольные пачки и партинги) и углевмещающих пород. С этой целью сотрудниками ДВГИ ДВО РАН (И.Ю. Чекрызов), ВСЕГЕИ (В.И. Вялов) и НИ ТПУ (С.И. Арбузов) выполнено массовое опробование доступных для исследования угольных пластов и углевмещающих пород Солнцевского, Константиновского, Лопатинского и Новиковского месторождений.

2.1.1 Методика опробования

Проведено опробование всех доступных для исследования основных промышленных пластов, а точнее пластов и пропластков.

Опробование углей и углевмещающих пород Солнцевского, Константиновского и Лопатинского месторождений выполнялось по сечениям вкрест простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве или от почвы к кровле. При изучении угольных пластов избирательно опробовались кровля и почва пласта, прослой неугольных пород, прикровельные и припочвенные части угольных пластов. Пробы углей отбирались в зависимости от мощности пласта методом сплошной борозды. Длина бороздовой пробы колебалась от 0,1 до 1,0 м, ширина борозды – 0,05 м. В отдельных сечениях выполнялась детализация разреза с интервалом отбора проб 0,5–10 см. При этом длина борозды определялась в соответствии с наличием разнородных угольных пачек, прослоев неугольных пород, наличием зон повышенной трещиноватости, зон окисления, т.е. зон возможных геохимических барьеров.

Наиболее протяженные по длине интервалы характеризовали однородные угли наиболее мощных пластов. Углевмещающие породы

опробовались точечными штучными пробами. Изменчивость содержания по латерали оценивалась на основании сети разрезов по пласту.

Опробование углей и пород Новиковского месторождения производилось непосредственно на объекте, а также по дубликатам (остаткам) керновых проб по скважинам. Скважины выбраны между уч. Южным и Восточным 1, т.е. в непосредственной близости с резервным участком Новиковского разреза.

2.1.2 Результаты опробования

Всего из угольных пластов и углевмещающих пород с исследуемых участков было отобрано 220 проб, в том числе 154 пробы угля и 66 проб из углевмещающих пород:

– на Лопатинском месторождении было отобрано в 4 пластопересечениях 16 проб угля и 10 проб углевмещающих пород (табл. 2);

Таблица 2 – Количество и номера проб углей и углевмещающих пород, отобранных на Лопатинском месторождении

Угольный пласт	Номер проб	Количество проб, всего	Количество проб угля
1	Лоп-1-17 – Лоп-3-17	3	2
2	Лоп-4-17 – Лоп-17-17	14	9
3	Лоп-18-17	1	1
4	Лоп-19-17 – Лоп-26-17	8	4
Итого		26	16

– на Солнцевском месторождении было отобрано в 4 пластопересечениях 19 проб угля и 8 проб углевмещающих пород (табл. 3);

Таблица 3 – Количество и номера проб углей и углевмещающих пород, отобранных на Солнцевском месторождении

Угольный пласт	Номер проб	Количество проб, всего	Количество проб угля
II	Сол-1-17 – Сол-3-17	3	2
V	Сол-4-17 – Сол-12-17	9	6
IV	Сол-13-17 – Сол-25-17	13	10
III	Сол-26-17 – Сол-27-17	2	1
Итого		27	19

– на Константиновском месторождении было отобрано в двух пластопересечениях 14 проб угля и 9 проб углевмещающих пород (табл. 4);

Таблица 4 – Количество и номера проб углей и углевмещающих пород, отобранных на Константиновском месторождении

Угольный пласт	Номер проб	Количество проб, всего	Количество проб угля
5	Кон-1-17 – Кон-16-17	16	10
6	Кон-17-17 – Сол-23-17	7	4
Итого		23	14

– на Новиковском месторождении было отобрано из шести скважин 105 проб угля и 39 проб углевмещающих пород (табл. 5).

Таблица 5 – Количество и номера проб углей и углевмещающих пород, отобранных на Константиновском месторождении

№ скв.	Интервал опробования	Всего количество проб	Количество проб угля
341	217,75-235,3	26	17
342	280,9-306,6	40	28
343 (верх)	139,4-149,6	17	13
343 (низ)	149,8-159,35	15	11
346	-	19	14
348	129,7-137,7	12	9
350	X-108,6	15	13
Итого		144	105

2.2 Лабораторно-аналитические исследования

Выполнена пробоподготовка, масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой на 60 химических элементов (ICP MS) 140 проб угля и углевмещающих пород, атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара» 62 проб угля и углевмещающих пород на содержание ртути.

2.2.1 Пробоподготовка

Пробоподготовка заключалась в дроблении, квартовании и истирании проб для аналитических навесок. Дробление выполнялось на щековых дробилках, истирание – на виброистирателе производства ВИМС «ИВ Микро». Пробы истирались до 200 меш (0,074 мм).

2.2.2 Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS)

Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) выполнен в Центральной лаборатории Дальневосточного геологического института на установке Agilent 7500cx производства Agilent Technologies, Япония. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России.

Использование аргоновой индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для разделения и последующего детектирования этих ионов – основа метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС).

Перед анализом необходимо произвести измельчение пробы до 0,071 мм. Навеска отбирается 1–5 г в фарфоровый тигель методом квартования и помещается в холодную муфельную печь. Далее постепенно повышают температуру до 500 °С и пробы обжигают 2 часа. При низкой температуре озоления обеспечивается сохранность элементов-спутников в золе угля.

Для вскрытия образца используется навеска 0,1 г. Методом кислотного разложения проба переводится в раствор. Вскрытие проводят смесью фтороводородной и азотной кислот в системе микроволновой пробоподготовки Millistone Start D с предварительной стадией выдерживания реакционной смеси при температуре ≈ 70 °С. Разложение проводят при температуре 200 °С и мощности 700 Вт. Пробы охлаждают до комнатной температуры, количественно переносят в фторопластовые стаканчики объемом 50 мл, обмывая 5% раствором азотной кислоты. Затем пробы последовательно переводят в хлориды и нитраты.

На партию проб (10 проб) одновременно готовят не менее одной холостой пробы для проверки чистоты используемых реактивов.

Непосредственно перед ИСП-МС анализом пробу разбавляют. Коэффициент разбавления составляет 1000.

При проведении ИСП-МС измерений для контроля изменения чувствительности прибора, обусловленными временными флуктуациями, матричными эффектами и т.д. используется внутренний стандарт (индий). Для дополнительного отслеживания дрейфа чувствительности, а также качества проведения пробоподготовки используют внешний стандарт, представляющий собой стандартный образец состава горной породы, близкой по составу анализируемым образцам и подготовленной в тех же условиях.

Масс-спектральное определение содержания элементов в анализируемых образцах проводят при следующих параметрах работы Agilent 7500cx, Agilent Technologies, Япония:

- выходная мощность генератора 1500 Вт
- тип распылителя MicroMist (микроаэрозольный)
- распылительная камера охлаждаемая
- расход плазмообразующего потока Ar 0,9 л/мин
- расход вспомогательного потока Ar 0,2 л/мин
- скорость подачи пробы 0,1 об/мин

Для достижения максимальной чувствительности масс-спектрометра в рабочем диапазоне масс проводят настройку прибора с использованием раствора, содержащего по 1 мкг/л Li, Mg, Y, Ce, Tl и Co. Для обеспечения стабильного режима работы спектрометра необходимо обеспечить постоянный температурный режим в лабораторном помещении во время измерений. Изменение температуры при измерениях не должно превышать 1,5 С.

Определение элементов проводят в рамках процедуры сканирования в диапазоне масс от 5 до 242 а.е.м. Анализируемые образцы измеряют партиями 5–15 образцов в зависимости от содержания в них основных элементов и уровней содержания определяемых элементов, чередуя с внешним стандартом.

Обработка масс-спектров и расчет содержания элементов в пробах проводят с помощью программного обеспечения масс-спектрометра и электронных таблиц.

Всего исследовано 105 проб угля и горных пород.

2.2.3 Атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара»

Содержание ртути в угле и углевмещающих породах определяли методом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915» с использованием пакета программ RA915P (ПДН Ф 16.1:2.23-2000) в сетевом центре коллективного пользования Национального исследовательского Томского политехнического университета (СЦКП).

Диапазон измерений данного метода для массовой доли общей ртути в пробах составляет от 5 до 10000 мкг/кг. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений $n = 2$ (для каждой пробы было проанализировано по 3 навески, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое по трем измерениям), доверительной вероятности $P = 0,95$ и диапазоне измерений массовой доли общей ртути от 100 до 10000 мкг/кг составляет 25%. Предел обнаружения ртути составляет 2 мкг/кг.

Принцип действия приставки ПИРО-915+ основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза без предварительной минерализации и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету газом-носителем (воздухом).

Регистрация атомов ртути осуществляется анализатором РА-915+, при этом результат анализа выводится на компьютер. Массовая доля ртути в пробе определяется по величине интегрального аналитического сигнала с учетом предварительно установленного градуировочного коэффициента, полученного эмпирическим способом на основе измерений проб образца с известным

содержанием ртути (290 нг/г). В качестве стандарта использовали также угольный стандарт CLB-1 (U.S. Geological Survey) с содержанием ртути 0,2 мг/кг.

Навески предварительно измельченных и высушенных при комнатной температуре образцов угля составляли $75,0 \pm 0,1$ мг. Границы относительной погрешности измерений составили 20–28%, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,95 и двух параллельных измерениях.

Изучено 62 пробы угля и углевмещающих пород.

2.3 Обработка и анализ результатов

Данные результатов анализов заносились в базу данных. Затем они обрабатывались в электронных таблицах «EXCEL».

Для оценки среднего содержания использовался преимущественно расчёт средневзвешенного по мощности и, где необходимо, по зольности содержания элементов в углях и золах углей по сечениям опробования, применяемый при такого рода исследованиях (Горький и др., 1972, Ткачев, Юдович, 1975), что позволяет получить более достоверные оценки средних содержаний в угольных пластах.

Средневзвешенное содержание определялось по формуле:

$$C_{вз} = \frac{\sum mc}{\sum m} \quad (1)$$

где c – измеренное содержание элемента в пробе, m – мощность интервала опробования.

3 Геохимия элементов-примесей в углях

3.1 Лопатинское месторождение

По полученным данным видно, что средневзвешенное содержание большинства элементов-примесей в углях Лопатинского месторождения характеризуются значениями ниже значения кларка для угля [9]. Но также присутствуют элементы-примеси, которые превышают значение кларка, к ним относятся Sc, V, Zr, Ba, Er (табл.6). Данные элементы относятся к группе литофильных элементов.

Таблица 6 – Средневзвешенное содержание элементов-примесей в изучаемых месторождениях, г/т

Элементы	Лопатинское		Солнцевское		Константиновское		Кларк по Юдовичу		Пром. значимость	
	уголь	зола	уголь	зола	уголь	зола	уголь	зола	уголь	зола
Be	0,49	3,38	0,21	2,7	0,32	4,29	1,6	9,4	5	20
Sc	5,13	35,71	3,4	43,4	3,81	51,00	3,9	23	10	50
V	31,2	214,7	23,6	301,4	29,9	400,6	25	155	100	500
Cr	11,4	78,8	7,7	98,6	15,23	204,02	16	100	1400	7000
Co	2,6	18,5	1,7	21,5	2,69	35,98	5,1	32	20	100
Ni	6,5	45,9	5,2	67,1	6,21	83,20	13	76	100	500
Cu	11,4	79,3	7,3	95,6	7,05	94,41	16	92	100	500
Zn	10,7	73,1	5,7	72,6	5,84	78,16	23	140	400	2000
Ga	3,9	26,7	2,3	29,8	2,86	38,35	5,8	33	20	100
Rb	7,24	48,2	2,7	37,0	2,13	28,52	14	79	35	175
Sr	63	447	157	1977	225	3008	110	740	400	2000
Y	7,4	51,6	3,2	40,3	3,7	49,9	8,4	51	15	75
Zr	43,3	298,6	28,0	357,7	28,8	386,2	36	210	120	600
Nb	2,16	14,88	0,93	11,88	0,90	12,12	3,7	20	10	50
Cd	0,07	0,50	0,05	0,62	0,04	0,57	0,22	1,2	1	5
Sn	0,71	4,93	0,47	5,98	0,37	4,94	1,1	6,4	20	100
Cs	0,46	3,09	0,23	3,16	0,17	2,33	1	6,6	30	150
Ba	186	1316	172	2170	229	3069	150	940	н.д.	н.д.
La	4,79	33,21	3,01	38,49	3,53	47,2	11	69	150	750
Ce	11,47	79,45	6,86	87,74	7,42	100,5	23	130	н.д.	н.д.
Pr	1,30	9,03	0,78	10,00	1,77	12,0	3,5	20	н.д.	н.д.
Nd	5,65	39,34	3,36	42,96	3,90	52,2	12	67	н.д.	н.д.
Sm	1,28	8,94	0,73	9,35	0,84	11,2	2	13	н.д.	н.д.
Eu	0,27	1,87	0,17	2,12	0,19	2,61	0,47	2,5	н.д.	н.д.

Gd	1,43	9,96	0,78	9,92	0,87	11,63	2,7	16	н.д.	н.д.
----	------	------	------	------	------	-------	-----	----	------	------

Продолжение таблицы 6

Tb	0,21	1,44	0,11	1,43	0,12	1,61	0,32	2,1	н.д.	н.д.
Dy	1,41	9,81	0,75	9,54	0,76	10,20	2,1	14	н.д.	н.д.
Ho	0,29	2,00	0,14	1,84	0,14	1,93	0,54	4	н.д.	н.д.
Er	0,94	6,54	0,48	6,08	0,45	5,98	0,93	5,5	н.д.	н.д.
Tm	0,13	0,92	0,06	0,82	0,06	0,78	0,31	2	н.д.	н.д.
Yb	0,94	6,52	0,46	5,92	0,42	5,69	1	6,2	1,5	7,5
Lu	0,13	0,93	0,06	0,80	0,06	0,78	0,2	1,2		
Hf	1,18	8,23	0,70	8,96	0,55	7,32	1,2	8,3	5	25
Ta	0,13	0,92	0,07	0,90	0,06	0,77	0,28	1,7	1	5
W	0,57	3,86	0,45	5,80	0,36	4,77	1,1	6,9	30	150
Pb	6,12	42,96	6,61	85,9	4,06	54,4	7,8	47	240	1200
Th	2,70	18,86	1,72	22,2	1,50	20,0	3,3	21		
U	0,72	5,0	0,65	8,3	0,48	6,4	2,4	16		
Hg	0,037	0,26	0,073	0,94	0,040	0,53	0,10	0,75	1	5

Основным источником поступления элементов-примесей в угольные пласты является область сноса. В области сноса Лопатинского месторождения присутствуют доугольные магматические проявления среднего и основного состава, которые могут оказывать влияние на содержание элементов-примесей. Поэтому в угольных пластах отмечены повышенные содержания Sc, V, Ba, Zr, потому что общая специализация территории ближе к среднему и основному составу. Также андезито-базитовый состав пород области сноса обуславливает низкие содержания радиоактивных элементов в углях.

В углях Лопатинского месторождения при том, что элементы характеризуются содержаниями ниже кларковых, встречаются отдельные локальные концентрации с аномально высокими значениями (табл.7). Наиболее высокие концентрации характерны для таких элементов, как Sc, V, Zn, Y, Zr, Er, Yb, Hf, W. Концентрации элементов-примесей, которые превышают значение кларка менее чем в два раза находятся в Co, Ni, Cu, Rb, La, Ce, Nd, Tm, Ta. Элементы примеси, содержание которых не достигает кларка – Be, Cd, Pr, Ho, U.

На месторождении в пласте 2 присутствуют элементы-примеси, содержание которых превышает минимальные содержания, определяющие промышленную значимость углей. К таким элементам относятся Sc, V, Zn, Y, Zr, Er, Hf, W. Также

в данном пласте находятся элементы, содержание которых превышает порог токсичности в локальных пробах, это – ванадий и кадмий.

Рассматривая экологический аспект угольного бассейна, можно сделать вывод, что содержания токсичных элементов таких как Cr, Co, Zn, As, Se, Pb в углях не превышают «порога токсичности». Следовательно, их использование в энергетике не представляет опасности для окружающей среды. По результатам определения ртути никаких проб с содержанием, превышающим порог токсичности, не было обнаружено.

В целом на месторождении в отдельных угольных пластах, так же, как и в целом в месторождении, элементы-примеси характеризуются нижекларковыми содержаниями. Также присутствуют аномально высокие значения в локальных пробах. Наибольший интерес представляет пласт 2, потому что в нем сосредоточено большинство элементов, содержания которых превышают кларк и достигают минимальных промышленных величин [6]. Промышленное значение для месторождения представляют такие элементы как Sc, V, Zn, Y, Zr, Er, Hf, W.

Таблица 7 – Содержание элементов-примесей в углях Лопатинского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт 1			Пласт 2			Пласт 3	Пласт 4			Мин. пром. знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.		наим.	ср.	Наиб.		
Be	0,3	0,3	0,3	0,3	1,1	2	0,9	0,3	0,4	0,5	5	1,6
Sc	3,2	4,6	6	3,3	8	12,4	8,3	2,6	4,5	6	10	3,9
V	16,6	25,4	34,2	17,4	54	110	66,1	18	31,2	51,5	100	25
Cr	5,9	10,2	14,5	7,8	17,2	37,8	25,4	7,6	9,1	12,3	1400	16
Co	1,6	2,3	3	1,5	3,8	7,8	2,7	2	3,7	6,7	20	5,1
Ni	4,6	4,8	5	4,1	6,4	10,5	6	6,3	9	13,2	100	13
Cu	7,1	9	11	6,2	18,6	29,3	23,2	5,8	8	9	100	16
Zn	5,5	7,2	8,8	4,5	26,3	88,7	23,1	6,2	7,2	8,7	400	23
Ga	1,7	2,7	3,7	2,1	6	17	8,9	1,6	2,7	3,6	20	5,8
Rb	1,7	2,5	3,2	1,9	12,3	17,3	22,3	2,7	5,6	10,6	35	14
Sr	29,6	33	36,5	29	36,3	63,9	33,9	38	109	185	400	110
Y	6,2	6,8	7,3	4	13,7	26,9	12,5	3,5	5,3	7	15	8,4

Продолжение таблицы 7

Zr	19,5	31	42,2	22,3	83,6	230,3	71,7	24,8	46,6	63,2	120	36
Nb	0,7	1	1,4	0,9	3,4	7,3	3,9	1,3	2,7	4,7	10	3,7
Cd	0,03	0,06	0,08	0,03	0,2	1,3	0,07	0,03	0,05	0,07	1	0,22
Sn	0,3	0,4	0,5	0,3	0,9	2,1	1,3	0,3	0,8	1,7	20	1,1
Cs	0,1	0,2	0,2	0,1	0,8	2,8	1,4	0,2	0,4	0,7	30	1
Ba	94	103	112	106	144	170	146	204	301	412	н.д	150
La	2,6	3,7	4,8	3	7	13,1	10	1,9	2,8	3,9	150	11
Ce	7	9	10,6	6,8	16,8	31,7	22,7	3,8	7	9,8	н.д	23
Pr	0,9	1	1,3	0,8	2	3,4	2,3	0,4	0,8	1	н.д	3,5
Nd	4	4,7	5,4	3,7	8,5	14,3	10,7	2	3,4	3,6	н.д	12
Sm	1	1,1	1,1	0,7	2	4	2,3	0,7	0,8	1	н.д	2
Eu	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,8	0,4	0,1	0,2	0,2	н.д	0,47
Gd	1,3	1,3	1,3	0,8	2,3	4,3	2,3	0,7	1	1,2	н.д	2,7
Tb	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,7	0,3	0,1	0,2	0,2	н.д	0,32
Dy	1,2	1,3	1,3	0,8	2,5	5,5	2,3	0,7	1	1,4	н.д	2,1
Ho	0,3	0,3	0,3	0,1	0,5	1	0,5	0,1	0,2	0,3	н.д	0,54
Er	0,8	0,8	0,9	0,5	1,8	3,6	1,8	0,4	0,7	1	н.д	0,93
Tm	0,1	0,1	0,1	0,07	0,3	0,5	0,2	0,06	0,1	0,1	н.д	0,31
Yb	0,7	0,8	0,8	0,5	1,9	3,5	1,5	0,5	0,8	1	1,5	1
Lu	0,1	0,1	0,1	0,07	0,3	0,5	0,2	0,07	0,1	0,1	н.д	0,2
Hf	0,6	0,9	1,1	0,6	1,8	4,1	2	0,7	1,2	1,4	5	1,2
Ta	0,06	0,1	0,1	0,06	0,2	0,4	0,3	0,07	0,1	0,2	1	0,28
W	0,3	0,3	0,4	3,3	1,3	0,3	1	0,4	0,6	0,9	30	1,1
Pb	4	4,3	4,7	3,6	9,1	20,8	12,2	4	4,7	6,2	240	7,8
Th	1,4	2,2	3	1,5	4	7,6	5,4	1,2	1,8	2,7	н.д	3,3
U	0,4	0,5	0,7	0,4	1	2,4	1,5	0,4	0,6	0,7	н.д	2,4

В золах углей Лопатинского месторождения среднее содержание большинства элементов-примесей (табл.6) ниже значения кларка для золы углей [9]. Однако присутствуют такие элементы-примеси, в которых средневзвешенное содержание превышает кларк – это Sc, V, Zr, Ba, Eu. Также присутствуют элементы-примеси, с локальными аномально высокими содержаниями (табл.8). К элементам-примесям, не превышающим кларк для золы относятся Cd, La, Pr, Nd, Ta, U.

Минимального промышленного содержания достигают локальные пробы таких элементов, как Sc, V, Co, Y, Zr, Nb, Yb, Hf [6].

В целом, наибольший интерес представляют золы углей из пласта 2 и пласта 4, поскольку в них сосредоточены элементы-примеси с минимально промышленными содержаниями.

Таблица 8 – Содержание элементов-примесей в золе угля Лопатинского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт 1			Пласт 2			Пласт 3	Пласт 4			Мин. Пром знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.		наим.	ср.	Наиб.		
Be	2,3	3,5	4,8	2,4	5,9	13,1	2,6	2,6	4,8	8	20	9,4
Sc	41,7	43,2	45	25,6	41	62,6	24,6	23,1	54,5	98	50	23
V	234	235	235	135	238,3	401	195	163,1	401	833	500	155
Cr	82,4	91	100	62	74	110	75	69	110	198	7000	100
Co	11	27	43	8	24,2	46	8,2	17,5	47,2	108	100	32
Ni	31,6	50,7	70	16	35,4	50,5	17,6	69,7	100,8	131,2	500	76
Cu	76	88	101	99	86	130	68	81	88	93	500	92
Zn	38,2	81,3	124	32	118	410	68	64	82,3	101	2000	140
Ga	23,7	24,8	25,8	19,5	25	35,7	26	25,7	29	32,3	100	33
Rb	22,2	23,4	24,6	18,8	38	65,8	66	39	58,7	103	175	79
Sr	251	334	417	111	226	381	100	421	1178	1808	2000	740
Y	42,6	72,9	103	36,8	69,4	124	36,7	34,4	63,6	100	75	51
Zr	275	283	291	245	371	647	211	242	567	1023	600	210
Nb	9,6	9,9	10,3	9	14,6	22,7	11,5	13	33	52	50	20
Cd	0,4	0,5	0,6	0,3	1,2	6	0,2	0,3	0,6	0,8	5	1,2
Sn	3,5	3,6	3,7	2,8	3,8	4,8	4	4,5	8,3	18,5	100	6,4
Cs	1,6	1,6	1,6	1,1	2,5	4,4	4	2,4	3,8	7	150	6,6
Ba	771	1047	1323	431	900	1518	432	2259	3419	4747	н.д	940
La	33	35	37	22	33	45	30	21	31	35	750	69
Ce	73	86	98	47	79	120	67	62	75	89	н.д	52
Pr	9	10,6	12	6	9,4	13,2	7	6,9	8,4	9,6	н.д	20
Nd	37,2	46,3	55,4	29	41,9	66,3	31,5	30,8	36,8	42,3	н.д	67
Sm	7,9	11	14	7,2	10,2	19	6,8	6,5	9,3	11,3	н.д	13
Eu	2	2,7	3,4	1,3	2	3,8	1,3	1,4	2,2	3	н.д	2,5
Gd	8,9	13,5	18	7	11,5	20	6,8	7	11,3	15,2	н.д	16
Tb	1,2	2	2,7	1,1	1,7	3,4	1	1	1,8	2,5	н.д	2,1
Dy	8,2	13,6	19	7,4	12,4	25	6,8	6,4	12,6	19	н.д	14
Ho	1,8	2,8	3,9	1,5	2,6	5	1,4	1,3	2,6	4,2	н.д	4
Er	5,7	8,8	12	4,9	8,8	16,6	4,4	4,3	8,9	14,7	н.д	5,5
Tm	0,8	1,2	1,6	0,7	1,3	2,3	0,7	0,6	1,2	2	н.д	2
Yb	5,1	8,4	11,7	7,4	9,2	16	4,6	4,8	9	14	7,5	6,2
Lu	0,7	1,2	1,6	0,6	1,4	2,3	0,7	0,6	1,3	2	н.д	1,2
Hf	77	8,3	8,8	7	8,6	12	6,2	7,2	13,6	20,7	25	8,3
Ta	0,9	0,9	0,9	0,5	0,8	1,2	0,8	0,7	1,2	1,6	5	1,7

Продолжение таблицы 8

W	2,7	3,1	3,6	3	5,5	12	3,2	3,5	7,2	13,9	150	6,9
Pb	32,3	44,2	56	19	47,6	83	36	39,6	53	68	1200	47
Th	20	20,5	21	16	19,7	26,2	16	14,3	19,4	24	н.д	21
U	4,5	4,8	5	2,4	4,5	6,5	4,3	5,7	6,3	7	н.д	16

3.2 Солнцевское месторождение

По полученным данным видно, что средневзвешенное значение большинства элементов-примесей в углях Солнцевского месторождения находятся в содержаниях, ниже чем значение кларка для угля. Также на фоне нижекларковых значений присутствуют высокие содержания элементов-примесей – это стронций и барий. Данные элементы-примеси относятся к группе литофильных элементов.

Основным источником поступления элементов-примесей в угольные пласты является область сноса. В области сноса Солнцевского месторождения присутствуют доугольные магматические проявления среднего и основного состава, которые могут оказывать влияние на содержание элементов-примесей. Поэтому в угольных пластах отмечены повышенные содержания Sc, Ba, потому что общая специализация территории ближе к среднему и основному составу. Также андезито-базитовый состав пород области сноса обуславливает низкие содержания радиоактивных элементов в углях.

В углях Солнцевского месторождения при том, что элементы характеризуются содержаниями ниже кларковых, встречаются отдельные локальные концентрации с аномально высокими значениями (табл.9). Наиболее высокие локальные концентрации характерны для таких элементов, как Sc, V, Co, Ni, Zn, Sr, Zr. Концентрации элементов-примесей, которые превышают значение кларка менее чем в два раза находятся в Cu, Zn, Ga, Rb, Y, Nb, Sn, Cs, Ba, Nd, Sm, Eu, Dy, Er, Yb, Hf, W, Pb, Th. Элементы примеси, содержание которых не достигает кларка – Be, Cd, La, Ce, Pr, Gd, Ho, Tm, Lu, Ta, U.

На месторождении в пластах II и IV присутствуют элементы-примеси, содержание которых превышает минимальные содержания, определяющие

промышленную значимость углей. К таким элементам относятся V, Co, Sr, Zr. Также в пласте II находится элемент, содержание которого превышает порог токсичности, это – ванадий.

Рассматривая экологический аспект угольного бассейна, можно сделать вывод, что содержания токсичных элементов таких как Cr, Co, Zn, As, Se, Pb в углях не превышают «порога токсичности». Следовательно, их использование в энергетике не представляет опасности для окружающей среды. По результатам определения ртути выявилась проба, содержание которой превышает 1 г/т, это может быть связано с ртутной формацией, расположенной вблизи месторождения.

В целом месторождении в отдельных пластах, так же, как и в целом в месторождении, элементы-примеси характеризуются нижекларковыми содержаниями. Также присутствуют аномально высокие значения в локальных пробах. Наибольший интерес представляет пласт II и IV, потому что в них сосредоточены элементы, содержания которых превышают кларк и достигают минимальных промышленных величин. Промышленное значение для месторождения представляют такие элементы как V, Co, Sr, Zr.

Таблица 9 – Содержание элементов-примесей в углях Солнцевского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт II			Пласт V			Пласт IV			Пласт III	Мин. Пром. Знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	наиб.	наим.	ср.	наиб.	наим.	ср.	Наиб.			
Be	0,2	0,6	0,9	0,1	0,4	1,2	0,1	0,4	1,4	0,4	5	1,6
Sc	2,8	4,8	6,9	2,2	4,7	10,5	1,5	4	8	5,9	10	3,9
V	10,8	57,1	103,3	20	35	79	10	27,2	66,9	45,6	100	25
Cr	3,7	12	20,1	4,4	11,7	32	2,9	8,6	10,7	18,2	1400	16
Co	0,5	1,1	1,6	1,2	2,6	5,1	0,9	5,3	27,3	3	20	5,1
Ni	1,8	4,8	7,7	4,2	7,2	13	2,6	11	32	13	100	13
Cu	3	11,5	20	4,6	9,2	20	3,2	7,6	20	21,4	100	16
Zn	3,2	6	8,6	6,1	28	103,6	2,1	8,6	19,3	5,7	400	23
Ga	1,1	2,9	4,7	1,7	3,5	8,4	1	2,7	3,6	4,38	20	5,8
Rb	0,7	5,5	10,4	1,8	6,7	22,6	0,6	3,2	15,4	5,8	35	14
Sr	111,3	172,8	234,2	64,1	89,2	145,3	25,1	190,2	425,5	292,8	400	110
Y	2,8	5,7	8,6	2,7	5,1	12,1	1,45	3,88	7,2	10,1	15	8,4

Продолжение таблицы 9

Zr	30,48	159,8	289	10,9	30,3	82,7	7,6	24,8	77,1	30,6	120	36
Nb	0,6	3	5,5	0,3	1	2,8	0,2	1	2,7	2,1	10	3,7
Cd	0,04	0,1	0,2	0,02	0,07	0,2	0,01	0,06	0,2	0,06	1	0,22
Sn	0,2	0,4	0,7	0,2	0,5	0,9	0,1	0,6	1,2	0,7	20	1,1
Cs	0,06	0,4	0,7	0,1	0,5	1,5	0,04	0,3	1,9	0,7	30	1
Ba	75	106	136	139	196	276	96,7	203,6	317	260	н.д	150
La	0,8	4,1	7,4	1,4	3	5,7	1	3	6,7	9,2	150	11
Ce	2	9	16	3,4	7,7	14,4	2,5	7	15,5	20	н.д	23
Pr	0,2	1,1	2	0,4	1	1,9	0,3	0,8	1,5	2,7	н.д	3,5
Nd	1,1	4,7	8,2	2	4,1	8,36	1,6	3,5	7	12,6	н.д	12
Sm	0,3	1	1,6	0,6	1	2,2	0,4	0,8	1,7	2,6	н.д	2
Eu	0,07	0,2	0,4	0,1	0,2	0,5	0,08	0,2	0,3	0,5	н.д	0,47
Gd	0,4	1	1,7	0,6	1	2,3	0,4	0,9	1,8	2,7	н.д	2,7
Tb	0,06	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,1	0,3	0,4	н.д	0,32
Dy	0,5	1,1	1,7	0,6	1,1	2,5	0,4	0,9	1,7	2,4	н.д	2,1
Ho	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,5	0,07	0,2	0,3	0,5	н.д	0,54
Er	0,3	0,8	1,2	0,4	0,7	1,7	0,2	0,6	1,2	1,5	н.д	0,93
Tm	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,03	0,08	0,2	0,2	н.д	0,31
Yb	0,4	0,8	1,2	0,4	0,7	1,5	0,2	0,6	1,1	1,3	1,5	1
Lu	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1	0,2	0,03	0,08	0,2	0,2	н.д	0,2
Hf	0,5	2,3	4	0,4	0,8	2	0,3	0,7	1,6	1,1	5	1,2
Ta	0,03	0,09	0,2	0,03	0,07	0,2	0,03	0,08	0,2	0,1	1	0,28
W	0,3	1,2	2,2	0,2	0,5	1	0,2	0,4	1	1	30	1,1
Pb	2,1	3,9	5,6	3	5,8	1	2,5	7,2	11,5	10,5	240	7,8
Th	0,4	1,5	2,6	0,9	1,7	3,2	0,7	2	5,1	3,3	н.д	3,3
U	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	1	0,2	0,7	1,6	1,2	н.д	2,4

В золах углей Солнцевского месторождения среднее содержание большинства элементов-примесей ниже значения кларка для золы углей. Однако присутствуют такие элементы-примеси, в которых средневзвешенное содержание превышает кларк – это Sc, V, Cu, Sr, Zr, Ba, Er, Hf, Pb, Hg. Также присутствуют элементы-примеси с локальными аномально высокими содержаниями. К элементам-примесям, не превышающим кларк для золы относятся Cd, Ta, Th, U.

В золе присутствуют локальные пробы, которые характеризуются аномальными содержаниями, превышающими минимально промышленные содержания: Be, Sc, V, Co, Sr, Y, Zr, Yb.

В целом, наибольший интерес представляют золы углей из пласта II и пласта IV, поскольку в них сосредоточены элементы с минимально промышленными содержаниями (табл. 10).

Таблица 10 – Содержание элементов-примесей в золе угля Солнцевского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт II			Пласт V			Пласт IV			Пласт III	Мин. Пром знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.			
Be	4,4	4,7	5,1	0,9	2,7	3,9	2,1	5,3	20,9	2,4	20	9,4
Sc	32,2	47,2	62,3	18,5	39,5	54,5	29,6	55,7	119	36,7	50	23
V	242	362	481,7	128	295	442,9	225	345	842,5	285	500	155
Cr	83,8	88,8	93,88	65,4	90,9	118,2	69,6	105	155,2	114	7000	100
Co	7,6	9,8	12	17	24,1	32,7	7,1	85,4	403,8	18,9	100	32
Ni	35,7	38,4	41,2	43,3	69,7	98,5	31,3	166	470,5	79,9	500	76
Cu	65,6	79,4	93,1	66,8	87,9	107,1	75,4	95,7	159	134	500	92
Zn	40,3	56	71,5	42,3	152,2	345	41,3	123,1	315,8	35,4	2000	140
Ga	21,8	22,7	23,7	19,4	29,3	38,5	22,6	32,4	53,1	27,3	100	33
Rb	15,6	32	48,3	30	52	88	15,1	30,3	66	36	175	79
Sr	1092	1794	2495	146,4	954,5	1704	221,2	3416	8847	1829	2000	740
Y	40,2	51,2	62,1	14,1	41,5	57,6	21,6	58	146,6	62,8	75	51
Zr	683,5	1015,8	1348	155	233	318,4	180	324,6	1139	191	600	210
Nb	12,3	19	25,5	4	7,6	14	5,6	12,6	34	13,5	50	20
Cd	1	1	1	0,3	0,5	0,8	0,3	0,7	0,9	0,4	5	1,2
Sn	3,3	3,9	4,5	2,8	4,7	11,8	2,8	5,4	14,2	4,2	100	6,4
Cs	1,2	2,3	3,4	2,1	4,4	8,8	0,9	2,8	8	4,5	150	6,6
Ba	635,3	1158	1681	373,5	1920,7	3140	767,1	3465	7228	1626	н.д	940
La	17,7	26,1	34,7	18,8	28,2	48,6	14,3	43,8	89	57,5	750	69
Ce	44,3	59,6	74,9	42	70,6	118,9	36,38	102,1	214	125,4	н.д	52
Pr	5,1	7,3	9,5	4,3	8,1	12,7	4,4	11,8	27,7	17,1	н.д	20
Nd	24,9	31,7	38,5	19,3	36,6	54,6	17,6	53,4	146,7	78,6	н.д	67
Sm	5,9	6,7	7,6	3,7	8,6	11,36	3,9	12,3	35,6	15,7	н.д	13
Eu	1,6	1,6	1,7	0,8	2,1	2,6	0,9	2,8	7,2	3,3	н.д	2,5
Gd	7,9	7,9	7,9	3,2	9,3	12,1	4,2	13,5	37,1	16,9	н.д	16
Tb	1,1	1,2	1,3	0,4	1,3	1,7	0,6	2	5,4	2,5	н.д	2,1
Dy	8	9,4	10,8	3,1	9	11,4	4,9	13,5	35,9	15,1	н.д	14
Ho	1,6	2	2,3	0,7	1,8	2,3	1	2,6	6,6	2,9	н.д	4
Er	5,7	6,8	7,8	2,2	5,9	7,6	3,1	8,5	19,7	9,5	н.д	5,5
Tm	0,8	1	1,1	0,3	0,8	1	0,6	1,2	2,7	1,2	н.д	2
Yb	5,6	6,9	8,3	2,1	5,6	7,1	3,9	8,3	18,1	8,4	7,5	6,2
Lu	0,8	1	1,2	0,3	0,8	1	0,6	1,1	2,6	1,1	н.д	1,2
Hf	10,3	14,6	18,9	4,6	6,5	7,6	6,1	9	17,4	7	25	8,3
Ta	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	0,9	5	1,7

Продолжение таблицы 10

W	6,2	8,1	10	2,5	4,1	5,1	4	5,5	7,4	6,6	150	6,9
Pb	26	37	48	32	64	88,4	38	106	211	65,6	1200	47
Th	9,1	10,5	11,9	10,5	17	23,4	17	25	29	20,7	н.д	21
U	3	4,4	5,8	3,6	5,2	6,8	5,5	9,3	13,7	7,5	н.д	16

3.3 Константиновское месторождение

По полученным данным видно, что средневзвешенное значение большинства элементов-примесей в углях Константиновского месторождения находятся в содержаниях, ниже чем значение кларка для угля. Также на фоне нижекларковых значений присутствуют высокие содержания элементов-примесей – V, Sr, Ba. Данные элементы-примеси относятся к группе литофильных элементов.

Спектр элементов похож на те, которых характерны в Солнцевском месторождении. Причиной этого является одинаковый состав области питания района угленакопления. Здесь распространены магматические породы основного состава. Область питания одна, соответственно в углях накапливаются элементы базового ряда, а именно V, Sr, Ba. Данные элементы превышают значение кларка для угля, а ванадий достигает минимального промышленного значения.

В углях Константиновского месторождения при том, что элементы характеризуются содержаниями ниже кларковых, встречаются отдельные локальные концентрации с аномально высокими значениями. Наиболее высокие концентрации характерны для таких элементов, как Sc, V, Zr. Концентрации элементов-примесей, которые превышают значение кларка менее чем в два раза находятся в Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Y, Nb, Sn, Cs, Ba, Ce, Yb, Ta, Pb, Th, U. Элементы-примеси, содержание которых не достигает кларка – Be, Cd, La, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Tm, Lu.

На месторождении в пластах 5 и 6 присутствуют элементы-примеси, содержание которых превышает минимальные содержания, определяющие возможную промышленную значимость углей. К таким элементам относятся Sc,

V, Sr, Zr. Также в пластах 5 и 6 находятся элементы, содержание которых превышает порог токсичности, это – ванадий и хром.

Рассматривая экологический аспект угольного месторождения, можно сделать вывод, что содержания токсичных элементов таких как Co, Zn, As, Se, Pb в углях не превышают «порога токсичности». Следовательно, их использование в энергетике не представляет опасности для окружающей среды.

В целом на месторождении в отдельных угольных пластах так же, как и в целом в месторождении, элементы-примеси характеризуются нижекларковыми содержаниями. Также присутствуют аномально высокие значения в локальных пробах (табл. 11). Промышленное значение для месторождения представляют такие элементы как Sc, V, Sr, Zr.

Таблица 11 – Содержание элементов-примесей в углях Константиновского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт 5			Пласт 6			Мин. Пром. Знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.		
Be	0,1	0,5	1	0,07	0,9	2,3	5	1,6
Sc	1,7	6	16,3	0,3	3,4	5,5	10	3,9
V	10,6	67,3	277,6	1,4	58,3	173,3	100	25
Cr	5,3	31,9	126,3	2,3	12,9	37	1400	16
Co	1	3,6	12,5	0,6	3,7	10,5	20	5,1
Ni	3,7	7,7	14,1	2,3	7,7	22,3	100	13
Cu	2,3	11,6	26,8	2,3	5,1	8,3	100	16
Zn	1,8	8,4	25,7	1,3	4,4	7,6	400	23
Ga	0,9	5,7	15	0,3	1,4	3,7	20	5,8
Rb	0,42	6	30	0,1	1,7	4,5	35	14
Sr	26,3	128,2	407,2	19,3	156,6	276,2	400	110
Y	2	4,6	7	2	5,6	12	15	8,4
Zr	6,3	45,2	108,6	1	129	292	120	36
Nb	0,2	1,6	3,3	0,1	2,7	6,7	10	3,7
Cd	0,08	0,07	0,2	0,01	0,06	0,1	1	0,22
Sn	0,1	0,5	1,1	0,1	0,6	1,7	20	1,1
Cs	0,02	0,5	1,8	0,01	0,1	0,3	30	1
Ba	62,5	183,6	326,4	19,4	100,5	169,4	н.д	150
La	0,7	3	7,2	0,3	4	11	150	11
Ce	1,5	7	16	0,8	9	23,4	н.д	23
Pr	0,2	0,8	1,9	0,1	1	2,4	н.д	3,5
Nd	0,9	3,5	8,2	0,6	4,3	10,1	н.д	12
Sm	0,4	0,8	1,5	0,2	0,8	1,6	н.д	2
Eu	0,1	0,2	0,3	0,04	0,2	0,4	н.д	0,47

Продолжение таблицы 11

Gd	0,5	0,9	1,7	0,2	1	2	н.д	2,7
Tb	0,07	0,1	0,2	0,03	0	0,3	н.д	0,32
Dy	0,5	0,9	1,5	0,2	1	1,9	н.д	2,1
Ho	0,1	0,2	0,3	0,05	0,2	0,4	н.д	0,54
Er	0,2	0,6	1,1	0,1	0,7	1,3	н.д	0,93
Tm	0,03	0,08	0,2	0,02	0,1	0,2	н.д	0,31
Yb	0,2	0,6	1,1	0,1	0,6	1	1,5	1
Lu	0,03	0,08	0,2	0,02	0,09	0,2	н.д	0,2
Hf	0,2	1	2,6	0,03	1,3	3	5	1,2
Ta	0,02	0,1	0,3	0,01	0,03	0,06	1	0,28
W	0,1	0,7	2,4	0,2	0,9	1,8	30	1,1
Pb	2,1	6,8	13,4	1,1	4	11,9	240	7,8
Th	0,4	2,4	6,3	0,1	0,6	1,1	н.д	3,3
U	0,1	0,9	2,6	0,04	0,2	0,4	н.д	2,4

В золах углей Константиновского месторождения среднее содержание большинства элементов-примесей ниже значения кларка для золы углей. Однако присутствуют такие элементы-примеси, в которых средневзвешенное содержание превышает кларк – Sc, V, Cr, Ni, Cu, Sr, Zr, Ba, Eu, Er. Также присутствуют элементы-примеси, с локальными аномально высокими содержаниями. К элементам-примесям, не превышающим кларк для золы относятся Zn, Ta.

Минимально промышленные содержания достигают Be, Sc, V, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Yb, Hf.

В целом, наибольший интерес представляют золы углей из всех опробованных пластов, поскольку в них сосредоточены элементы с минимально промышленными содержаниями (табл. 12).

Таблица 12 – Содержание элементов-примесей в золе угля Константиновского месторождения по пластам, г/т

Элементы	Пласт 5			Пласт 6			Мин. Пром знач.	Кларк по Юдовичу
	наим.	ср.	Наиб.	наим.	ср.	Наиб.		
Be	2,2	6	26,3	2	11,5	18	20	9,4
Sc	42	54	88	7,8	48,8	79,2	50	23
V	277	494	1495	43,3	611	1380	500	155
Cr	133	241	680	69	149	294	7000	100
Co	12,2	60	367,5	10,7	44,2	83,7	100	32

Ni	37,7	89,4	224,4	36,9	94,9	177,4	500	76
----	------	-------------	--------------	------	-------------	--------------	-----	----

Продолжение таблицы 12

Cu	61,6	101	193,5	50,9	83,3	126,6	500	92
Zn	32,9	78	137,7	27,6	65,4	122	2000	140
Ga	28	44,6	65,1	7,5	16,6	30	100	33
Rb	9,9	40	123,3	4	19	35,5	175	79
Sr	218	1711,8	4779	582	2448	6070	2000	740
Y	27,2	52,7	151,3	58,1	76	93,8	75	51
Zr	188	410	1154	29,3	1588	2406	600	210
Nb	5,7	12,6	17,5	4	31,2	53,7	50	20
Cd	0,2	0,6	1	0,2	0,8	1,3	5	1,2
Sn	2,8	4,1	5,8	3	11,8	37,2	100	6,4
Cs	0,7	3,2	7,2	0,4	1,3	2,4	150	6,6
Ba	485	2378,8	5233	587	1581	3592	н.д	940
La	10,4	36	78	8,7	46	88	750	69
Ce	25,3	74,6	169,2	25,3	107,4	186,1	н.д	52
Pr	4,2	8,8	21,5	3,3	12	19,3	н.д	20
Nd	13,8	38	96	17,4	54,3	80,5	н.д	67
Sm	3,7	9	17,4	5,3	11	15,2	н.д	13
Eu	0,8	2,2	4	1,1	2,7	3,5	н.д	2,5
Gd	4	10	17,8	6,9	13,7	16,1	н.д	16
Tb	0,7	1,5	2,5	0,9	1,8	2,3	н.д	2,1
Dy	4,8	10	20,6	6,1	13	17,6	н.д	14
Ho	1,2	2	4,8	1,4	2,8	4	н.д	4
Er	4	6,4	16,3	4,2	9	14,1	н.д	5,5
Tm	0,5	0,9	2,4	0,7	1,2	2	н.д	2
Yb	4,2	6,4	17,6	4	8,4	15	7,5	6,2
Lu	0,6	1	2,7	0,6	1,2	2,2	н.д	1,2
Hf	4,5	8,2	14	1	16,1	27	25	8,3
Ta	0,5	0,8	1,4	0,3	0,4	0,5	5	1,7
W	3	6	18,4	4,7	12,6	21,2	150	6,9
Pb	34,6	68,4	176,7	23,7	46,3	94,4	1200	47
Th	10,8	20,5	34	3,7	8,1	11,1	н.д	21
U	2,8	8,4	18,3	0,8	2,7	4	н.д	16

3.4 Новиковское месторождение

С участка Новиковского месторождения было исследовано 12 проб угля. Среднее содержание элементов-примесей в углях ниже, чем кларк для угля. Также на фоне ниже кларковых значений присутствуют высокие содержания никеля.

Основным источником поступления элементов-примесей в угольные пласты является область сноса. В области сноса Новиковского месторождения

присутствуют доугольные магматические проявления кислого состава, которые могут оказывать влияние на содержание элементов-примесей. Поэтому в угольных пластах отмечены повышенные содержания Li, Co, Ni, Ga, Ge, Pb потому что общая специализация территории ближе к кислому составу.

В углях Новиковского месторождения при том, что элементы характеризуются содержаниями ниже кларковых, встречаются отдельные локальные концентрации с аномально высокими значениями. Наиболее высокие концентрации характерны для таких элементов, как Ni, Ge, Pb. Концентрации, которые превышают значение кларка менее чем в два раза находятся в Li, Sc, Cu, Ga. Элементы примеси, содержание которых не достигает кларка – Ag, Re.

Ни один элемент из угольных пластов не превышает минимального промышленного значения, только Ge превышает значение кларка в 7 раз (табл. 13). Данный участок отличается непромышленными содержаниями Ge, но есть участок с промышленными германиеносными углями, который уже отработан.

Рассматривая экологический аспект угольного бассейна, можно сделать вывод, что содержания токсичных элементов таких как Co, Zn, As, Se в углях не превышают «порога токсичности», но есть единичное значение Pb содержание которого превышает порог токсичности. Следовательно, их использование в энергетике не представляет опасности для окружающей среды.

Таблица 13 – Содержание элементов-примесей в углях Новиковского месторождения, г/т

Элементы	Среднее	Минимум	Максимум	Мин. пром. Знач	Кларк по Юдовичу
Li	6,9	<0	26	35	12
Sc	3,1	0,54	10,0	10	3,9
Co	3,6	0	16,1	20	5,1
Ni	13,5	2,86	83,8	100	13
Cu	10,4	0	39,1	100	16
Ga	3,8	0,69	11,2	20	5,8
Ge	1,9	0,2	14	30	2,2
Ag	0,01	0	0,074	1	0,1
Cd	0,03	0	0,72	1	0,22
Sb	0,9	0,11	17,1	30	0,92
Pb	6,6	1,43	80,4	240	7,8

В золах углей Новиковского месторождения элементы-примеси содержатся в количествах, превышающих кларк для золы углей. К элементам-примесям, не превышающим кларк для золы относятся Zn, Ta.

Минимально промышленные содержания достигают Rb, Sr, Y, Zr, Mo, соответственно они представляют промышленное значение (табл. 14).

Таблица 14 – Содержание элементов-примесей в золе угля Новиковского месторождения, г/т

Элемент	среднее	минимум	максимум	Мин. Пром. Знач.	Кларк по Юдовичу
Be	4,33	1,45	13,4	20	9,4
V	154,39	38,9	302	500	155
Cr	100,02	18,1	186	7000	100
Rb	93,94	10,6	182	175	79
Sr	1338	251	12900	2000	740
Y	33,72	10,8	103	75	51
Zr	163,08	51,3	292	600	210
Nb	13,67	3,12	23,5	50	20
Mo	7,93	1,41	55,1	30	14
Cs	13,49	1,31	45,4	150	6,6
La	31,2	8,83	103	750	69
Ce	76,53	29	177	н.д.	52
Pr	7,42	2,23	24,1	н.д.	20
Nd	30,84	10,1	98,2	н.д.	67
Sm	6,54	2,11	19,1	н.д.	13
Eu	1,61	0,55	4,88	н.д.	2,5
Gd	6,01	1,77	19,4	н.д.	16
Tb	0,95	0,28	2,84	н.д.	2,1
Dy	6	2,01	16,9	н.д.	14
Ho	1,24	0,42	3,16	н.д.	4
Er	3,5	1,21	7,97	н.д.	5,5
Tm	0,5	0,16	0,95	н.д.	2
Yb	3,25	1,07	6,34	7,5	6,2
Lu	0,52	0,17	0,94	н.д.	1,2
Hf	4,66	1,33	7,88	25	8,3
Ta	0,95	0,17	1,74	5,	1,7

В целом угли Сахалинского бассейна отличаются значениями, которые ниже значения кларка для углей. Также на фоне низких средних значений присутствуют локально высокие содержания, которые превышают минимальное промышленное значение. К таким элементам на Лопатинском

месторождении относятся Sc, V, Zn, Y, Zr, Er, Hf, W; на Солнцевском – V, Co, Sr, Zr; на Константиновском месторождении – Sc, V, Sr, Zr. На Новиковском месторождении не присутствуют элементы, значение которых достигает минимального промышленного значения, однако присутствуют локальные пробы с содержанием германия, которое превышает кларк для углей почти в 7 раз.

Угли с изучаемых месторождений с точки зрения токсичности являются экологически чистыми.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в изучении ценных и токсичных элементов-примесей в углях Сахалинского угольного бассейна. Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: полевые (литогеохимические), лабораторные и камеральные. На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда (табл. 15).

Таблица 15 – Виды и объемы проектируемых работ за период 2017-2018 гг. (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1.	Литогеохимические	проба	165/165	отбор проб угля, категория проходимости – 1	-
2.	Лабораторные работы	проба	165/165	пробоподготовка материала	-
		проба	165/165	Определение 61 химического элемента	ICP-MS
		проба	62/165	Беспламенная атомная абсорбция «холодного пара»	"РА-915+" с пиролитической приставкой "ПИРО-915"
3.	Камеральные работы			обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

Полевые работы. Содержание работ: выбор пунктов отбора проб, отбор проб угля вручную, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, изучение и описание материалов проб, отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка материала проб, регистрация проб в журнале.

Опробование углей и углевмещающих пород выполнялось по сечениям вкрест простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве. При изучении угольных пластов избирательно опробовались кровля и почва пласта, прослой неугольных пород, прикровельные и припочвенные части угольных пластов. Пробы углей отбирались в зависимости от мощности пласта методом сплошной борозды и керновым способом. Всего отобрана 165 проб угля и углевмещающих пород.

Лабораторные работы. Лабораторно-аналитические исследования проводились с применением комплекса современных методов анализа в аккредитованных лабораториях Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

- Лаборатория микроэлементного анализа. Содержание ртути в угле определялось методом беспламенной атомной абсорбции на приборе "РА-915+" с пиролизической приставкой "ПИРО-915" с использованием пакета программ RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23-2000). Была изучена 62 пробы угля.

- Центральная лаборатория Дальневосточного геологического института, г. Владивосток. Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) выполнен на установке Agilent 7500cx производства Agilent Technologies, Япония.

Камеральные работы. Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в после полевой период; изучение результатов анализов проб и их систематизация; анализ характера распределения

элементов-примесей; собственно расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

4.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле (2):

$$N = Q \times H_{BP} \times K, \quad (2),$$

где N-затраты времени (смена);

Q-объем работ (шт.);

H_{BP}- норма времени из справочника сметных норм (смена);

K- Коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы были выполнены геологом и рабочим. Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (табл. 16).

Таблица 16 – Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (H _{BP})	Коэф- ты (K)	Документ	Итого времен и на объем (N)
		Ед. изм	Кол- во (Q)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	отбор проб угля	проба	165	0,12	-	пункт 107 ССН, вып. 2	20,04
Итого на литолого-геохимические работы							20,04 смен
2	Определение ртути атомно-абсорбционным методом	проба	62	0,26		табл. 1 ССН-92, вып 7А	16,12
Итого на лабораторные работы							16,12 смен

3.1	Предварительное изучение результатов анализов проб	элемент-определения	165	0,15	-	табл. 60 ССН, вып. 2	24,75
3.2	Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	Масштаб работ 1:5000 0-1:2500 0	165	0,29	-	табл. 61 ССН, вып. 2	47,85
Итого на камеральные работы							72,6 смен
Итого:							108,76 смен

В месяце 25 смены, таким образом, все работы займут 4,3 месяца.

4.3. Нормы расхода материалов

Нормы расхода материалов для литогеохимических, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 3, а также инструкциям и методическим рекомендациям (табл. 17).

Таблица 17 – Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Литогеохимические работы					
Журнал регистрационный	шт.	56*2	9,37	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 5	1089,76
Карандаш простой	шт.	3	18,74	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 6	56,22
Резинка ученическая	шт.	6	4,69	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	28,11
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	15	73	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 3	1095

Продолжение таблицы 17

Книжка этикетная	книжка	22	0,95	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 5	20,94
Итого:	2290,03				
Лабораторные работы					
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	шт.	23	0,082		1,8
Фильтры беззольные «синяя лента»	Уп	4	75		300,00
Трубка ПВХ	М	4	70		280,00
Воронки пластмассовые	Шт	50	8		400,00
Бутылки полиэтиленовые	Шт	53	9,5		503,5
Перчатки резиновые	Шт	10	10		100,00
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	Л	75	1,7	ССН, вып 7а, табл. 5, пункт 169	112,5
Вата стерильная хирургическая	Кг	148	0,6	ССН, вып 7а, табл. 5, пункт 4	88,8
Пинцет медицинский	шт.	48	1		48,00
Атомно- абсорбционный метод определения ртути (аренда прибора)	проба	500	62		31000,0
ICP-MS	проба	3600	165		594000
Итого:	905834,6				
Камеральные работы					
Бумага офисная	пачка (100 л)	165	0,05	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 2	7,9
Карандаш простой	шт.	3	2,5	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 7	7,5
Резинка ученическая	шт.	6	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 16	5,6
Линейка чертежная	шт.	25	0,24	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 13	5,88
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	12	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 19	11,3

Продолжение таблицы 17

Стержень для ручки шариковой	шт.	12	2,8	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 22	28
Итого:	66,18				
Итого:	908190,81				

Расчет затрат на возмещение износа основных средств используемых при выполнении работ, приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет затрат на возмещение износа основных средств (амортизационные отчисления)

Наименование основных средств	Ед. изм.	Число единиц	Балансовая стоимость единицы, руб.	Продолжительность использования, месяцев	Норматив годовых отчислений, %	Сумма, руб.
ПК Samsung	шт	3	40000	3	20	2000
Принтер HP	шт	1	9000	3	20	450
МФУ Panasonic	шт	1	16000	3	20	800
Итого	шт	4	65000			3250

4.4. Общий расчет сметной стоимости работ

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме.

Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 10% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 2% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %.

Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

№	Статьи основных расходов	Оклад за месяц	Районный коэф-т	Итого, руб/мес
1	Геолог	35000	1,6	56000

Продолжение таблицы 19

2	Рабочий	25000	1,6	40000
	Итого в месяц:	96000		
	Итого за 3 месяца	288000		
5	ФЗП			288000
6	Страховые взносы (31,2% от ФЗП)			89856
7	ФОТ			377856
8	Материалы			908190,81
9	Амортизация (20% от стоим. осн. средств))			3250
10	Резерв (3% от ФЗП)			8640
	Итого полевые работы:	1297936,81		

Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 20.

Таблица 20 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество	
I	Основные расходы на геологические работы			
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	1297936,81
2	Полевые работы			1297936,81
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	19469
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	10383
5	Камеральные работы	% от ПР	70	97536,1
6	Транспортировка грузов и персонала	% от ПР	1	1393,37
	Итого основных расходов (ОР):	2724655,09		
II	Накладные расходы	% от ОР	15	408698
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)	3133353		

Продолжение таблицы 20

III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20	626670,6
IV	Компенслируемые затраты			
1	Полевое довольствие	% от ОР	3	81739
2	Доплаты и компенсации	% от ОР	8	217972,4
	Итого компенсируемых затрат:			299711,4
V	Подрядные работы			
	Лабораторные работы	руб.		908190,81
VI	Резерв	% от ОР	3	81739
	Итого сметная стоимость			5049664,21
	НДС	%	18	908939
	Итого с учётом НДС		5958603	

Таким образом, согласно произведенным расчетам, общая стоимость работ составит 5958603 рубля.

5. Социальная ответственность при выполнении научно-исследовательских работ по оценке ценных и токсичных элементов-примесей в углях Сахалина

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [10].

В данном разделе рассматриваются условия труда учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа. Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 18 м^2 . Длина помещения 6 м, ширина 3 м. В данной лаборатории использовался анализатор ртути РА 915+ с приставкой Пиро-915+ для определения содержания ртути в углях, и сравнение полученных данных с ПДК для углей. Комплект анализатора ртути: анализатор РА-915+, приставка РП-92; дозатор 1-5 мл; весы лабораторные; программное обеспечение. В аудитории имеется 3 персональных компьютера. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. Результаты заносились в базу данных. Затем они обрабатывались в электронных таблицах «Microsoft Excel» и др. При этом использовались: цветной монитор, клавиатура, мышь, системный блок, лазерный принтер.

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

Работы на электронно-вычислительных машинах проводятся в помещении, соответствующем требованиям санитарных правил и норм [24]. В таблице 21 приведены опасные и вредные факторы.

Таблица 21 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при лабораторных и камеральных работах.

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы		Нормативные документы
	Опасные	Вредные	
1.Обработка информации на ПК (обработка базы данных; написание анализа) 2.Определение содержания ртути в твердых пробах угля сложного состава на ртутном анализаторе РА+	1.Электрический ток; 2.Короткое замыкание; 3.Статическое электричество; 4.Термическая опасность.	1.Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2.Отклонение параметров микроклимата в помещении; 3.Монотонный режим работы. 4. Повышенный уровень шума.	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [11] ГОСТ 12.1.004-91 [12]; ГОСТ 12.1.005-88 [13]; СанПиН 2.2.4.548-96 [27]; СНиП 2.04.05-91 [26]; СНиП 23-05-95[27]

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24]. В таблице 22 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся. Таблица 22 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [33]

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г - горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк	
	Фактическая	Допустимая
	400	300

2. Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [24].

Оптимальные микроклиматические условия, при воздействии на человека в течение рабочей смены, обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным

дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья [24].

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются [24]:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 23 [24].

Таблица 23 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [24]

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Факт.	Оптим.	Факт.	Оптим.	Факт.	Оптим.
Холодный	легкая	23	22-24	45	40-60	0,1	0,1
Теплый	легкая	25	23-23	45	40-60	0,1	0,1

Помещение, в котором выполнялись камеральные работы соответствует нормам микроклимата.

3. Степень нервно-эмоционального напряжения и монотонный режим работы.

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

- проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

- для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;

- для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы.

4. Шум

Производственный шум – сочетание различных по частоте и силе звуков.

Звук – колебания частиц воздушной среды, которые воспринимаются органами слуха человека, в направлении их распространения.

Виды шума:

Слышимый шум – 20-20000 Гц;

Ультразвуковой диапазон – свыше 20 кГц;

Инfrasound – меньше 20 Гц;

Устойчивый слышимый звук – 1000-3000 Гц.

Вредное воздействие шума:

- ✓ сердечно-сосудистая система;
- ✓ нервная система;
- ✓ органы слуха (барабанная перепонка).

Физические характеристики шума

Интенсивность — кол-во энергии, переносимое звуковой волной за 1 с через площадь в 1 м², перпендикулярно распространению звуковой волны.

Звуковое давление — дополнительное давление воздуха, которое возникает при прохождении через него звуковой волны.

Учитывая протяженный частотный диапазон (20-20000 Гц) при оценки источника шума, используется логарифмический показатель, который называется уровнем интенсивности (табл. 24).

Таблица 24 – Нормы шума для помещений лабораторий [11]

Уровень звукового давления [дБ] окт. со среднегеом. част. [Гц]								Уровень зв. давления [дБ]
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Не более 75
91	83	77	73	70	68	66	44	

Допустимый уровень звука с частотой 700-2300 Гц не более 50 дБА.

Исходя из допустимого уровня звука, можно сказать, что шум соответствует нормативным данным, следовательно, является оптимальным показателем, который оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса.

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

1. Электрический ток. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, а также ртутный анализатор РА-915+ представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Специфическая опасность электроустановок – токоведущие проводники оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности. Реакция человека на

электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека.

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В) [21].

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [23] и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок [33] и правил устройства электроустановок.

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ [21]:

- 1) все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование питается от одной фазы электросети;
- 2) корпуса системного блока и внешних устройств заземлены радиально с одной общей точкой;
- 3) для отключения компьютерного оборудования используется отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;
- 4) все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования проведены при отключенном электропитании.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, являются:

- 1) систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, кабелей, изоляционных трубок;
- 2) разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением;
- 3) соблюдение правил противопожарной безопасности;

4) своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

При работе с ртутным анализатором соблюдаются требования:

1) Изучение всех разделов настоящего руководства по эксплуатации, схемы, конструкцию прибора и приставок назначение органов управления.

2) Проверка правильности подсоединения приставки к анализатору.

3) Надеть халат, резиновые перчатки.

4) Убедиться в отсутствии видимых дефектов и повреждений на корпусах розеток, шнурах питания и составных частей ртутного анализатора.

5) При работе с приставкой ПИРО-915+ проверка соединения воздушным шлангом входного штуцера термокамеры с выходным штуцером блока питания.

6) Перед началом выполнения задания ознакомление с целью и порядком работы [22].

2. Электростатическое поле. Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

3. Короткое замыкание

Как показывает практика, короткое замыкание возникает чаще всего из-за того, что по каким-либо причинам оказывается нарушенной внешняя изоляция проводов или электрического оборудования. Это, в свою очередь, может быть связано и с постепенным старением основных элементов электрической цепи, и с ее механическими повреждениями, и даже с ударом молнии.

В учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа все провода находятся в хорошем состоянии, сеть не перегружена, и поэтому лаборатория безопасна для работы.

4. Термическая опасность.

Основным источником термической опасности является ртутный анализатор РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915+, так как происходит непосредственное сжигание материала в приставке и в процессе работы прибор очень сильно нагревается. Запрещается самостоятельная работа с прибором при отсутствии заведующего лабораторией, а также запрещено касаться непосредственно самой приставки во время работы во избежание ожогов. Также должен соблюдаться температурный режим в комнате с установкой (из инструкции к прибору, +20 по Цельсию). Для индивидуальной защиты, используются перчатки, халат и очки.

5.2 Экологическая безопасность (Охрана окружающей среды)

Бумага, люминесцентные лампы и составные части персонального компьютера после отработки должны правильно утилизироваться, чтобы не вредить окружающей среде.

Метод утилизации люминесцентных источников света начинается с их сбора и последующей транспортировки на предприятия, которые занимаются демеркуризацией.

Производственные организации и коммерческие структуры обязаны заключать договоры с переработчиками дневных источников освещения. После транспортировки на демеркуризационное предприятие проводится цикл их утилизации.

Использованная бумага (макулатура) собирается и транспортируется организацией, которая занимается переработкой бумаги. Процесс переработки макулатуры состоит из нескольких этапов. Сначала выполняется роспуск на волокна, осуществляемый в гидроразбивателях, в которых макулатура вращается в водной среде. На этом этапе происходит также отделение включений. После его завершения суспензия содержит волокна и неразбитые частички макулатуры. Затем происходит очистка суспензии макулатурной массы от посторонних примесей.

Каждый персональный компьютер содержит не только ценные цветные металлы, но и целый набор опасных для окружающей среды веществ. Это производные газов, тяжелые металлы, среди которых кадмий, ртуть и свинец. Попадая на свалку, все эти вещества под воздействием внешней среды постепенно проникают в почву, отравляют воздух и воду. Утилизация компьютеров и другой старой техники возможно только на предприятиях, имеющих разрешение на переработку отходов подобного рода. Самостоятельный вывоз техники в места скопления отходов без дальнейшей утилизации является нарушением законов «Об отходах», «О металлоломе» и отдельных нормативно-правовых актов. Эти нарушения предполагают административную ответственность и, возможно, материальное возмещение в случае, если вывоз техники стал угрозой для безопасности людей и окружающей среды. Законодательными нормами не предполагается проведение экспертизы на предмет выявления в технике веществ, подпадающих под особые положения закона «Об отходах». Поэтому при утилизации следует ориентироваться на рекомендации от производителя, а также на нормы эксплуатации, предполагающие списание техники по истечении определенного срока.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нередко, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара.

Здание, в котором располагается наша рабочая аудитория по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости. Степенью огнестойкости называется способность здания в целом сопротивляться разрушению при пожаре. Здания и сооружения по степени огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости здания зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от пределов распространения огня по этим конструкциям.

Степень огнестойкости здания II согласно. Основные части зданий I, II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на: воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

В настоящее время для производственных помещений предприятия основными являются углекислотные огнетушители. Тушение происходит вследствие изоляции горящего предмета от кислорода и сильного охлаждения зоны горения. Первичными средствами пожаротушения являются ручные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-3. Эти огнетушители предназначены для тушения различных веществ, а также электроустановок под напряжением до 10 Кв.

Пожароопасность, главным образом, представлена оголенными токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием проводки, перегрузки электросети, статическим электричеством. Возможными причинами возникновения пожара могут быть: неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем (использование обогревателей), неисправность вентиляционных систем, неосторожное обращение с огнем персонала и т.д.

Способ тушения пожара зависит как от причины, обусловившей его возникновение, так и от характера горящего объекта. Если в лаборатории возник пожар и есть угроза его распространения, то, пользуясь имеющимися под руками средствами тушения, одновременно нужно вызвать и местную пожарную охрану.

Если загорелись деревянные предметы, пожар можно тушить водой, песком и с помощью огнетушителя. Если горит нерастворимое в воде вещество (например, бензин, скипидар и др.), то нельзя применять для тушения воду, потому что пожар не только не будет ликвидирован, но даже может усилиться. Нерастворимые в воде органические вещества следует тушить песком или же накрыванием асбестом или кошмой. Нужно именно накрывать ими очаг пожара, а не набрасывать, чтобы горящие брызги не, разлетались в стороны.

Если горящее вещество растворимо в воде (например, спирт или ацетон), его можно гасить водой. Во всех случаях весьма пригодным средством тушения является четыреххлористый углерод. При соприкосновении с огнем он образует тяжелые пары, обволакивающие горящее место; доступ воздуха уменьшается и горение прекращается.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «План эвакуации людей при пожаре»;
- Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;
- Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;
- Углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ);
- Система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

5.4 Законодательное регулирование при работах, профессионально связанных с эксплуатацией персонального компьютера

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов [28].

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ПК не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ [29].

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 №118 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03». Лица, работающие с ПК более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПК), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке [30].

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю [28].

В соответствии с типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки (табл. 25) [25].

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПК не предусмотрена [28].

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается [28].

Таблица 25 – Категории работ с компьютером [28]

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	кол-во знаков
I	до 20000	до 15000	до 2
II	до 40000	до 30000	до 4
III	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать для II категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы [28].

Таким образом все описанные выше вредные и опасные факторы соответствуют нормам производственной и экологической безопасности и рабочее место является полностью нормированным.

Заключение

Проведенные исследования показали, что угли Сахалинского бассейна в целом характеризуются содержаниями элементов-примесей ниже значения кларка для углей.

На Лопатинском каменноугольном месторождении содержание элементов-примесей в целом ниже кларка, но также присутствуют локальные аномально высокие значения, которые характерны для таких элементов как Sc, V, Zn, Y, Zr, Er, Yb, Hf, W. Нижекларковые значения характерны для таких элементов как Be, Cd, Pr, Ho, U. Аномально высокие локальные пробы достигают минимального промышленного значения.

В золе углей Лопатинского месторождения промышленный интерес представляют Sc, V, Co, Y, Zr, Nb, Yb, Hf, потому что содержания этих элементов-примесей в среднем по пласту и в отдельных локальных пробах превышает минимальное промышленное значение.

Солнцевское месторождение бурых углей характеризуется наличием в углях элементов-примесей, среднее содержание которых ниже кларка для углей. Также присутствуют локальные аномально высокие содержания элементов-примесей, значение которых доходит до минимального промышленного значения: V, Co, Sr, Zr. Элементы, значения которых близки к значению кларка – Cu, Zn, Ga, Rb, Y, Nb, Sn, Cs, Ba, Nd, Sm, Eu, Dy, Er, Yb, Hf, W, Pb, Th. Нижекларковые значения наблюдаются в таких элементах, как Be, Cd, La, Ce, Pr, Gd, Ho, Tm, Lu, Ta, U.

Зола углей Солнцевского месторождения богата такими элементами, как Be, Sc, V, Co, Sr, Y, Zr, Yb. Данные элементы достигают минимального промышленного значения.

Угли Константиновского месторождения тоже характеризуются средними значениями, которые ниже значения кларка для углей. Также присутствуют локальные аномально высокие значения элементов-примесей, некоторые достигают промышленно значимых содержаний – Sc, V, Sr, Zr.

Нижекларковые значения наблюдаются в таких элементах, как Be, Cd, La, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Tm, Lu.

Зола углей Константиновского месторождения обогащена такими элементами-примесями, как Be, Sc, V, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Yb, Hf. Данные элементы достигают минимального промышленного значения.

Угли Новиковского месторождения содержат в себе элементы-примеси, среднее содержание которых не превышает кларк для углей, за исключением никеля. Но присутствуют локальные аномально высокие концентрации элементов – Ni, Ge, Pb. Ни один элемент не превышает минимального промышленного значения. Высокие значения наблюдаются у германия, поскольку данное месторождение является германиеносным, но участок, угли которого богаты германием, уже отработан.

Зола углей Новиковского месторождения богата элементами-примесями такими как Rb, Sr, Y, Zr, Mo, которые достигают минимальных промышленных значений.

С точки зрения токсичности, угли экологически чистые, поскольку не обнаружены элементы-примеси, которые превышающие порог токсичности. А это значит, что угли характеризуются высоким качеством обеспечивают большой спрос на рынках Японии и Южной Кореи.

Список использованной литературы

Опубликованная литература

1. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 9: Угольные бассейны и месторождения Забайкальской, Якутской АССР, Дальнего Востока, о. Сахалин и островов Ледовитого океана. Книга 1: Забайкалье, Дальний восток, о. Сахалин / Под ред. Е.К. Дацко и др. – М.: Недра, 1973. – 692 с.
2. Инструкция №13-52 по охране труда и правилам безопасности работы на ртутном анализаторе РА-915+ в учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа кафедры ГЭГХ. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 7с.
3. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ. – 2002. – 296 с.
4. Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Геохимия элементов / В. Р. Клер, Г. А. Волкова, Е. М. Гурвич и др. М.: Наука, 1987. 239 с.
5. Подолян В.И. Угольная база России. Том V. Книга 2. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России (Республика Саха, Северо-Восток, о. Сахалин, п-ов Камчатка) / Подолян В.И., Елисафенко Т.Н., Пензин Ю.П. – М.: Геоинформмарк, Геоинформ, 1999. – 638 с.
6. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник /Под ред. В.Ф. Череповского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. –М.: Недра, 1996. – 238 с.
7. Юдович Я. Э. Геохимия ископаемых углей. Л.: Наука, 1978. 70 с.
8. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.
9. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // Int. J. Coal Geol. – 2009. – V. 78. – P. 135–148.

Нормативная литература

10. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - Введ. 01.01.76
12. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
13. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
14. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.4.124-83 Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
16. ГОСТ 17.0.0.04-90 Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
17. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы, Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
18. ГОСТ 17.2.2.01-84 Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений.
19. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
20. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
21. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязь
22. Инструкция №13-52 по охране труда и правилам безопасности работы на ртутном анализаторе РА-915+ в учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа кафедры ГЭГХ. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 7с.
23. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, ПОТ Р М-016-2001.

24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
25. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. - 97 с.
26. СНиП 2.04.05 – 91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
27. СНиП 23 – 05 – 95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. М.: Минстрой России, 1995.
28. СНиП 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Минздрав России, 1997 – 132 с.
29. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7: Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. – М.: ВИЭМС, 1992. – 352 с.
30. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.
32. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарноэпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»
33. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. "НЦ ЭНАС", М., 2005 (621.3, П-683).
34. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 462 с.
35. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014)